



**Margarida Rosa dos
Santos Teixeira**

**A abordagem da electricidade através do uso de
analogias**
Caso de circuitos eléctricos simples



**Margarida Rosa dos
Santos Teixeira**

**Abordagem da electricidade numa perspectiva de
ensino por pesquisa
Caso de Circuitos eléctricos**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Curricular, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia, Professor Auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro e co-orientação do Professor Doutor Luís Manuel Ferreira Marques, Professor Associado do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

“Só quando o próprio aluno tiver realizado uma experiência, feito as suas observações, e avançado conclusões sem saber a resposta de antemão, será capaz de perceber o que é a ciência”.

Helen Pilstrom

Júri

presidente

Doutora Ana Carlota Teixeira de Vasconcelos Lloyd Braga Fernandes Thomaz
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutor Luís Manuel Ferreira Marques
Professor Associado com Agregação Aposentado da Universidade de Aveiro (Co-orientador)

Doutor José Paulo Cerdeira Cleto Cravino
Professor Auxiliar da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Doutor Mário de Almeida Rodrigues Talaia
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Orientador)

agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que colaboraram, directa ou indirectamente, para a concretização deste trabalho.

Em particular agradeço:

Aos meus orientadores que confiaram no meu trabalho. Em particular, ao Professor Doutor Mário Talaia pela sua colaboração, amizade e optimismo contagiante.

À minha família, pelo carinho, paciência e incentivo, em especial a minha mãe, a quem tudo devo ao chegar até aqui.

Aos meus amigos Paulo Pacheco, Alice Saúde e Emília Batista que começámos juntos esta jornada e sempre me ajudaram, em especial a Emília, que esteve sempre presente nos momentos difíceis.

palavras-chave

Trabalho Experimental, Analogias, Circuito de líquido, Circuito Eléctrico

resumo

A Dissertação que se apresenta resulta da necessidade de concretizar uma nova perspectiva de escola e de ensino das ciências, num novo conceito de ensino por pesquisa, baseado numa actividade experimental que procura fazer a analogia do circuito eléctrico com o circuito da água, tendo em conta o interesse crescente na utilização de analogias na área da Educação em Ciências, numa tentativa de colmatar as dificuldades sentidas pelos profissionais da educação na leccionação de conceitos tão abstractos como os da electricidade.

Numa primeira fase pretendeu-se construir material didáctico para ser implementado no ensino da Física do Ensino Básico, nomeadamente no estudo do circuito eléctrico, recorrendo ao estudo do circuito da água e da relação entre as suas grandezas, que possibilita o aluno visualizar fenómenos análogos aos do circuito eléctrico.

Numa segunda fase e após a confirmação dos resultados obtidos da analogia, elaborou-se um guião para professores, com o fim de contribuir para a formação dos docentes com mais uma ferramenta pedagógica alternativa numa perspectiva de ensino por pesquisa.

Foi realizada uma Oficina Pedagógica com professores e os resultados obtidos são muito interessantes.

Espera-se que esta dissertação possa contribuir para melhorar práticas lectivas.

keywords

Experimental Work, Analogies, Liquid Circuit , Electric Circuit

abstract

The thesis that is presented on the need to achieve a new perspective on school and teaching of science, a new concept of education for research, based on experimental work which seeks to make the analogy of electrical circuit with the circuit water in an attempt to address the difficulties faced by education in the teaching of abstract concepts such as electricity. Initially we intended to build material to be implemented in physics teaching of basic education, particularly in the study of the electrical circuit, by studying the water circuit and the relationship between their magnitudes, which allows the student to see similar phenomena in the electrical circuit. The second phase of the confirmation of the results of the analogy has been drawn up a guide for teachers, in order to contribute to the training of more teachers with a pedagogical alternative perspective for educational research. Educational Workshop was realized to teachers and the results are very interesting. It will be hoped that this work can contribute to better teaching practices

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – Contextualização do estudo	5
1.1. Introdução.....	5
1.2. Contextualização do estudo	5
1.3. Relevância do estudo	7
1.4. Questões e objectivos do estudo	9
1.5. Estrutura da Dissertação	12
CAPÍTULO 2 – Revisão da Literatura.....	17
2.1. Introdução.....	17
2.2. O Ensino das Ciências no contexto da Reorganização Curricular	18
2.2.1. Enquadramento legal da Reorganização Curricular do Ensino Básico	18
2.2.1. O papel das Ciências na Reorganização Curricular do Ensino Básico	20
2.3. Abordagem de Ensino CTS.....	24
2.4. Evolução das Diferentes Perspectivas de Ensino	25
2.4.1. Ensino Por Transmissão	26
2.4.2. Ensino Por Descoberta	27
2.4.3. Ensino Por Mudança Conceptual.....	28
2.4.4. Ensino Por Pesquisa	31
2.5. A analogia e os processos de ensino e aprendizagem das Ciências	34
2.6. Síntese.....	40
CAPÍTULO 3 – Descrição do estudo	45
3.1. Introdução.....	45
3.2. Apresentação do estudo	45
3.3. Caracterização da População	46
3.4. Fases do estudo.....	47
3.5. Recolha de Dados.....	47
3.6. Processo de Apresentação dos Dados e Análise dos Resultados	48
CAPÍTULO 4 – Fundamentação teórica	51
4.1. Introdução.....	51
4.2. Carga eléctrica.....	51
4.3. Potencial Eléctrico e Diferença de Potencial	52
4.4. Corrente eléctrica	54
4.5. Resistência eléctrica.....	55
4.6. Circuito eléctrico.....	59
4.7. Relação entre as grandezas eléctricas – Lei de Ohm	60
4.8. A Mecânica de Fluidos	64

4.9. Lei de Poiseuille	64
4.10. Analogia usada entre o circuito eléctrico simples e o circuito de água. 67	
CAPÍTULO 5 – Actividades Experimentais	71
5.1. Introdução.....	71
5.2. Apresentação das actividades desenvolvidas.....	72
5.3. Actividade experimental com o circuito eléctrico simples	75
5.4. Circuito eléctrico com associação em série de resistências.....	80
5.5. Circuito com associação em paralelo de resistências	82
5.4. Actividade experimental com circuito da água.....	85
5.5. Actividade experimental com circuito usando uma mistura de água e glicerina	90
CAPÍTULO 6 – Oficina Pedagógica sobre o uso das analogias no Ensino das Ciências – o caso dos circuitos eléctricos simples	95
6.1. Introdução.....	95
6.2. Planificação da Oficina Pedagógica	95
6.3. Construção do Guião de apoio ao professor	96
6.4. Construção dos instrumentos de recolha de dados	96
6.5. Apresentação do funcionamento da Oficina Pedagógica	98
6.6. Apresentação e análise de resultados	101
6.6.1. Caracterização dos participantes	101
6.7. Avaliação da Oficina Pedagógica.....	113
CAPÍTULO 7 - Considerações finais.....	121
7.1. Introdução.....	121
7.2- Considerações finais	121
7.3- Implicações educacionais do estudo	123
7.4. Limitações do Estudo	125
7.5. Sugestões para futuras investigações.....	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
ANEXO 1	141
ANEXO 2	151
ANEXO 3	173
ANEXO 4	177
ANEXO 5	181
ANEXO 6	187

CAPÍTULO 1

Contextualização do estudo

CAPÍTULO 1 – Contextualização do estudo

1.1. Introdução

Neste primeiro Capítulo faz-se uma apresentação genérica do estudo realizado. Para além desta secção introdutória, numa segunda secção (secção 1.2), contextualiza-se o tema em estudo, faz-se referência à sua relevância, em particular no âmbito do Processo de Reorganização Curricular do Ensino Básico (3º ciclo) e mais concretamente na disciplina de Ciências Físico-Químicas, numa terceira secção (secção 1.3). De seguida, explicita-se o problema e os objectivos do estudo realizado (secção 1.4) e, por fim, faz-se uma breve descrição da forma com esta Dissertação se encontra organizada (secção 1.5).

1.2. Contextualização do estudo

A Educação não se processa sem atender às necessidades da sociedade. De acordo com Roldão (1999: p. 37) *“as sociedades actuais requerem cada vez mais melhoria do nível de educação dos seus cidadãos por um conjunto de razões: porque a competição económica o exige, sem dúvida, mas também porque a qualidade e a melhoria da vida social passam cada vez mais pelo domínio de competências, incluindo as competências para aprender, colaborar e conviver, pelo nível cultural geral dos indivíduos e pela sua capacidade de se integrarem numa sociedade construída sobre múltiplas diversidades”*.

A Educação deve deixar de ser considerada apenas como mecanismo de reprodução de saberes e cultura da sociedade, tem que começar a ser considerada em função de produção de competências e aptidões, no sentido de permitir um aumento na participação das transformações de uma sociedade cada vez mais tecnológica e complexa.

Vivemos uma época em que um grande número de informações nos chega de maneira muito rápida e a sociedade está dependente da tecnologia existente, procurando constantes avanços e processos inovadores de troca de informação. *“A influência da Ciência e da Tecnologia estão claramente presentes no dia-a-dia de cada cidadão, dele exigindo, de modo premente, a análise das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico”* (Krasilchik, 1989: p. 57).

Devido ao desenvolvimento exponencial da tecnologia nos últimos anos, existe uma necessidade cada vez maior, da compreensão dos conhecimentos científicos e das aplicações tecnológicas desses conhecimentos. É então necessário que os currículos de ciências sofram mudanças numa perspectiva virada para a Sociedade e Tecnologia, a fim de possibilitarem a construção de competências nos seus cidadãos, para que possam participar na sociedade actual.

O ensino tradicional, baseado essencialmente na memorização de conteúdos, não contribui para o desenvolvimento de competências e destrezas dos alunos essenciais para a vida numa sociedade tão desenvolvida tecnologicamente, por isso a escola deve fazer uma aproximação dos conceitos científicos, com os problemas vividos pelos alunos numa perspectiva CTS-A, ou seja, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. A dinâmica CTS tem influenciado vários currículos em diferentes países, onde surgiram também preocupações relativas às questões ambientais (destruição de florestas e poluição) causadas principalmente pelo aumento das indústrias e pelos efeitos da tecnologia. A partir daí, aumenta a preocupação com um Ensino de Ciências que discuta essas questões.

Para isto é necessário mudarmos as nossas práticas curriculares, investindo na profissão de modo a que não se caia no marasmo. É necessário *“pensar curricularmente (...)”* assumindo *“conscientemente uma postura reflexiva, concebendo-a como campo de saber próprio a desenvolver e aprofundar e não como normativo que apenas se executa sem agir sobre ele”* (Roldão, 2000: p. 17).

É a acção instituinte dos professores em que podem pôr em prática o instituído, dando-lhe uma “roupagem” pessoal e personalizada, recriando os

programas e adequando-os tal como as suas práticas às ambiências familiares e aos contextos culturais e intercomunitários em que todos se inserem.

O ponto de partida para a escolha do objecto deste trabalho de investigação prende-se com o percurso profissional de alguns professores do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Secundário, quando pretendem que os alunos conheçam os princípios básicos da electricidade e suas aplicações; quer por se tratarem de conceitos novos tão abstractos, tais como corrente eléctrica, diferença de potencial, resistência eléctrica, quer por existir uma tendência em dar um maior relevo à teoria em detrimento da prática, e por não se promover a interligação entre a teoria e a prática (Leite, 2001). Pretendemos com esta dissertação contribuir, de algum modo, para a formação de professores, construindo materiais didácticos, que possam ser mais um instrumento pedagógico a ser usado nas práticas curriculares, e façam a ligação da teoria com a prática.

1.3. Relevância do estudo

A nossa experiência pedagógica diz-nos que quando queremos abordar conteúdos com características mais abstractas ou complexas, deparamo-nos com muitas dificuldades de comunicação e entendimento por parte dos alunos. Com o objectivo de colmatar esses obstáculos, muitas vezes recorremos a comparações com algo já conhecido pelo aluno na tentativa de, por outras palavras, sermos entendidos.

A preocupação em tentar melhorar os processos de ensino e aprendizagem é um pilar fundamental na prática docente, e o uso de analogias devidamente contextualizadas com o dia-a-dia dos alunos pode ajudar a entender melhor certos fenómenos físicos mais abstractos, contribuindo assim para um melhor ensino e mais sucesso na aprendizagem.

O aluno só identificará uma analogia se esta relacionar um assunto sobrejamente seu conhecido, do seu dia-a-dia, do seu meio sócio-cultural. Por isso a Educação deve centrar-se não em leis e postulados, mas sim em problemas de contexto real, vivenciados pelos alunos.

Neste sentido e de acordo com Martins (2002) o movimento CTS, tem vindo a assumir-se como uma proposta válida para orientações curriculares, conceptualização de recursos didácticos e elaboração de estratégias de ensino, capazes de contornar o desinteresse que os alunos têm vindo a demonstrar pelo ensino das ciências experimentais. A cultura CTS fomenta o desenvolvimento da sociedade e do conhecimento, com base na tecnologia, e incrementa a cultura científica da sociedade de maneira que permita desfrutar o apoio do cidadão como condição de progresso e sustentabilidade. O Ensino da Ciência e da Tecnologia, crucial para o futuro desenvolvimento dos países, deve, portanto, basear-se em educar para inovar e educar para participar.

No actual Currículo Nacional do Ensino Básico (ME-DEB, 2001a), encontram-se, entre outros, princípios e orientações de um processo de ensino e aprendizagem que envolvem a resolução de problemas, o desenvolvimento de projectos e actividades investigativas. O mesmo documento refere a necessidade de desenvolver no aluno uma atitude científica. Para tal, salienta a importância que tem a função da descoberta, da explicação e das concepções dos alunos.

Segundo Leite (2001), os trabalhos práticos são especialmente relevantes no campo cognitivo, relacionados com a promoção da aprendizagem de conhecimento conceptual. Há dificuldades na implementação de actividades experimentais, principalmente por não ser promovida a interligação entre a teoria e a prática.

Sendo esta uma preocupação de muitos professores, é nosso desejo estudar sobre a possibilidade de demonstrar conceitos teóricos, através da realização de trabalhos práticos.

De facto, segundo Cachapuz *et al.* (2002) é fundamental que cada problema seja convertido numa actividade de pesquisa, em que os estudantes se envolvam de modo a aprenderem significativamente com ela. Assim, as aprendizagens são fruto de atitudes investigativas e construtivistas, envolvendo a construção activa e significativa dos conhecimentos e tornando-os úteis e utilizáveis no dia-a-dia.

Somos de opinião que para atingir a excelência do ensino é essencial a formação de professores com vista ao alargamento das suas práticas lectivas. Neste sentido, parece-nos que esta dissertação possa ser um valioso contributo

para os professores que procuram novas linhas orientadoras para diversificar o processo ensino e aprendizagem e contribuir para uma escola melhor.

Assim, para terminar, resolvemos parafrasear mais uma vez Roldão (2000: p. 20) que depois de reflectir sobre a formação de professores refere que há que procurar *“passar da preparação de bons executores de aulas para a construção de bons profissionais de currículo e ensino, habilitados com competências que lhes correspondem”*, permitindo assim, que na qualidade de profissionais do currículo, embora não abandonemos totalmente a dimensão instituída no ensino, mas que possamos agir sobre essa dimensão (normas, leis, etc.), a recriemos e apliquemos os programas de forma única. Poderemos assim ultrapassar a acção dos professores, como meros técnicos e funcionários, que de alguma forma se encontra actualmente desvalorizada, por ser algo passiva e passemos a ser interventivos e actuantes sobre os currículos e adequando-os aos contextos tão diferenciados em que todos nos situamos.

1.4. Questões e objectivos do estudo

É a aliança entre a teoria, actividade experimental e resolução de problemas, que proporciona aos alunos uma perspectiva correcta do trabalho científico (Hodson, 1992; Bell e Pearson, 1992; Gil Perez *et al.*, 1999).

Assim, espera-se com esta dissertação concretizar uma nova perspectiva de escola e de Ensino das Ciências baseado numa actividade experimental que procura fazer a analogia do circuito eléctrico com o circuito da água, numa tentativa de colmatar dificuldades sentidas na leccionação de conceitos tão abstractos como os da electricidade.

Pretende-se desenvolver e realizar actividades experimentais de índole investigativo recorrendo a materiais simples, acessíveis e de baixo custo, numa relação dinâmica entre teoria e prática.

Torna-se necessário, do nosso ponto de vista, a realização duma oficina pedagógica no âmbito da formação de professores dos grupos de Físico-Química e Electrotecnia, para reflexão das potencialidades e limitações do uso de modelos

e analogias no ensino e aprendizagem de Ciências, bem como familiarizar os professores com as potencialidades didáticas de um modelo analógico construído para a abordagem de conceitos de electricidade para alunos do 9º ano. Pretendeu-se assim contribuir para que os professores adoptem práticas reflectidas, fundamentadas de acordo com as actuais perspectivas de Ensino das Ciências.

Os currículos tradicionais de Ciências no geral, apresentam conceitos cujas aplicações práticas por vezes, são exemplificadas com situações imaginadas. É este aspecto que o currículo, na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pretende mudar, fazendo com que o ensino seja feito em contextos da vida real.

É consensual de que a aprendizagem dos conceitos separada da realidade em que estes se aplicam, torna o conhecimento meramente académico e diminui a possibilidade dos alunos transferirem aquilo que apreenderam na escola para a interpretação de situações reais (Duch, 1996).

Os contextos reais constituem um meio de aprendizagem por excelência, dado que permitem aos alunos ver a utilidade prática dos conhecimentos, despertando a sua curiosidade e interesse, motivando-os mais na procura de informação e na construção do conhecimento (Brincones, 1999; Lopes, 2004).

Assim, como exigências para um trabalho sob a perspectiva CTS é essencial que o professor seja formado profissionalmente e tenha condições de trabalho adequadas. É importante, também, que professores e alunos tenham uma diversidade de materiais sobre Ciência, Tecnologia e, sobretudo, que estes materiais sejam de fácil acesso, possibilitando algumas modificações na prática pedagógica dos professores, acompanhados por um aperfeiçoamento constante tanto em termos de conteúdos científicos, como em conteúdos pedagógicos.

A análise da literatura permitiu igualmente comprovar que poucos estudos se desenvolveram em torno da utilização e exploração de analogias em situação de sala de aula, vindo apenas nas últimas décadas a tomar alguma dimensão de relevo. Desses poucos estudos realizados os resultados apresentaram-se, por vezes, não conclusivos ou até contraditórios em determinados pontos (Duit, 1991; Dagher, 1994; Oliva, 2003).

Tendo em conta o referido anteriormente e aceitando que a analogia pode constituir uma ferramenta de relevo na construção do conhecimento científico, urge da parte do professor, saber lidar com tal recurso. Pois, a sua utilização no processo de ensino e de aprendizagem de uma forma programada e posteriormente avaliada ainda não constitui uma prática frequente entre os professores e mesmo na investigação em Ciências.

É a procura de respostas cientificamente correctas para justificar, de maneira simples, a analogia entre o circuito da água e o circuito eléctrico, a sua aplicabilidade a nível científico e de ensino e a possibilidade de esta analogia sugerir estratégias de ensino que motivassem os alunos ao ensino por pesquisa, que constituem alguns dos objectivos a trabalhar nesta dissertação.

É neste contexto que se definiu o seguinte problema orientador deste trabalho:

- Quais as potencialidades e limitações do uso da analogia do circuito da água com o circuito eléctrico no ensino e aprendizagem das Ciências?

Este problema será por nós estudado no terreno do laboratório e, em particular, no tema unificador da Área Disciplinar de Ciências Físicas e Naturais – Viver melhor na Terra e, mais concretamente, na unidade didáctica “Circuitos Eléctricos”.

Os principais objectivos do estudo foram, assim, formulados da seguinte forma:

- Avaliar as potencialidades e as limitações do uso e produção de analogias na aprendizagem do tema “Circuitos Eléctricos”, no Ensino Básico.
- Construir o material didáctico a implementar numa sequência de ensino da Física, ao nível do 9º ano de escolaridade, centrado no desenvolvimento de Ensino Por Pesquisa.
- Conceber um guião didáctico dirigido a professores.

Também inerente a este estudo e numa tentativa de contribuir para a formação de professores, definiu-se o seguinte objectivo secundário:

– Implementar uma metodologia de ensino enriquecida com analogias relativamente ao tema em estudo, através duma Oficina Pedagógica dirigida a professores do Ensino das Ciências.

Definidos o problema e os principais objectivos, é nossa intenção contribuir para uma reflexão contínua sobre a prática quotidiana dos professores e a formação de um novo perfil de profissional da educação, caracterizado por uma autonomia crescente na actividade de elaborar seus próprios materiais e estabelecer mudanças efectivas na forma de desenvolver conteúdos e temáticas no Ensino de Ciências.

1.5. Estrutura da Dissertação

O estudo apresentado nesta Dissertação, está estruturado em sete Capítulos, subdivididos em secções, conforme se descreve a seguir de uma forma resumida.

Capítulo 1 – Contextualização do estudo desenvolvido

No capítulo 1 é feita a contextualização do estudo, a relevância do tema, a formulação do problema e os principais objectivos de investigação e finalmente a descrição da estrutura da Dissertação.

Capítulo 2 – Revisão de literatura

No capítulo 2 é feita a síntese dos trabalhos consultados, no âmbito da investigação educacional e, em particular, da Didáctica das Ciências/Física, relacionados com o problema de investigação, bem como a definição de um quadro teórico que fundamente o estudo empírico.

Capítulo 3 – Descrição do estudo

No capítulo 3 é feita a descrição do estudo adoptado no desenvolvimento do estudo empírico, definido após reflexão sobre o problema e os objectivos do estudo.

Capítulo 4 – Fundamentação teórica

No capítulo 4 faz-se uma breve referência aos conceitos teóricos básicos utilizados no problema da dissertação.

Capítulo 5 – Actividades experimentais

No capítulo 5 é feita a apresentação das actividades experimentais e análise dos resultados obtidos.

Capítulo 6 – Oficina Pedagógica

No capítulo 6 é feita a apresentação e descrição do documento orientador da implementação da Oficina Pedagógica em sequência da unidade didáctica seleccionada. Descrição dos recursos didácticos construídos e utilizados no desenvolvimento das actividades no contexto de sala de aula.

Capítulo 7 – Considerações finais e implicações do estudo

Finalmente no capítulo 7 são apresentadas considerações finais do estudo e limitações do mesmo, bem como a apresentação de propostas de estudo futuros.

CAPÍTULO 2

Revisão da Literatura

CAPÍTULO 2 – Revisão da Literatura

2.1. Introdução

Para levar a realização desta dissertação, foi necessário recorrer à revisão de literatura em vários domínios do conhecimento, que se interligam entre si, sobre o tema do trabalho de investigação e orientar o seu desenvolvimento.

Este capítulo pretende, assim, apresentar esse quadro a partir da síntese comentada dos trabalhos a que tivemos acesso e que foram considerados relevantes para o estudo a realizar. Os aspectos considerados são:

- O Ensino das Ciências no contexto da Reorganização Curricular – secção 2.2 (Enquadramento legal da Reorganização Curricular do Ensino Básico – secção 2.2.1; O papel das Ciências no Currículo do Ensino Básico – secção 2.2.2.)
- Abordagem de Ensino CTS – secção 2.3
- Evolução das Diferentes Perspectivas de Ensino (Ensino Por Transmissão – secção 2.4.1; Ensino Por Descoberta – secção 2.4.2; Ensino Por Mudança conceptual – 2.4.3; Ensino Por Pesquisa – secção 2.4.4)
- A analogia e o processo de ensino e aprendizagem das Ciências – secção 2.5
- Síntese – secção 2.6

2.2. O Ensino das Ciências no contexto da Reorganização Curricular

2.2.1. Enquadramento legal da Reorganização Curricular do Ensino Básico

No âmbito do processo de Reorganização Curricular do Ensino Básico, enquadrada legalmente pelo Decreto – Lei 6/2001, de 18 de Janeiro, há um conjunto de princípios defendidos no documento do Ministério da Educação *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências essenciais*. Neste documento, é apresentado um conjunto de competências consideradas essenciais, a desenvolver ao longo do 3º ciclo do Ensino Básico. Cada vez mais, o currículo deve ser entendido como um campo flexível, sujeito a constantes mudanças, sendo o professor visto como um “construtor do currículo”.

Actualmente, a emergência de um outro universo de ensino, educação *pela* Ciência, contribui para a aceitação da concepção CTS de Ensino das Ciências. A abordagem de ensino CTS admite a articulação dos três universos de ensino: educação *em* Ciência, educação *sobre* Ciência e educação *pela* Ciência (Santos, 2001).

Assim, o actual Currículo Nacional não deve esquecer a educação *em* Ciência – aprendizagem conceptual, no entanto deve valorizar a educação *sobre* a Ciência – através de reflexões meta científicas sobre a Ciência e, acima de tudo, deve preocupar-se com a educação *pela* Ciência – intervindo numa dimensão formativa e cultural, valorizando objectivos de formação pessoal e social (Santos, 1999).

Torna-se importante dar à Ciência um significado mais relevante para os alunos, levando em conta as suas aprendizagens, devendo-se orientar o currículo para a acção, para questões de valores e para a responsabilidade social,

apostando em currículos de ciências mais tecnológicos e humanamente mais relevantes, havendo um crescente interesse pela “cultura do fazer”.

A reorganização curricular tem vindo a dar maior relevo à educação ambiental, sendo importante desenvolver nos alunos uma consciência ambiental, pois esta deve ser vista como um instrumento fundamental para a alteração de valores, mentalidades e atitudes, permitindo aproximar a escola ao mundo real e criar uma consciencialização profunda e duradoura na Sociedade dos problemas ambientais. A educação ambiental deverá ser contínua e ajustada à realidade, envolvendo a participação de todas as pessoas ligadas ao ensino, em particular os alunos, estimulando a aplicação dos conhecimentos na resolução de problemas ambientais, com base em conteúdos formativos e informativos e em acções práticas e experimentais, numa perspectiva de interdisciplinaridade (Morgado *et al.*, 2000).

Os planos curriculares do Ensino Básico devem ser estabelecidos à escala nacional, sem prejuízo de existência de conteúdos flexíveis integrando componentes regionais (LBSE, Lei nº49/2005, art.50º, 4).

“Pensar globalmente para agir localmente” (Roldão, 1999: p. 39).

O projecto de gestão flexível do currículo veio possibilitar a cada escola introduzir no currículo componentes locais e regionais, permitindo a cada professor no âmbito das suas disciplinas conduzir os processos de ensino e de aprendizagem com uma maior autonomia, responsabilização e capacidade de decisão. O projecto curricular de turma é um elemento central da gestão curricular, uma vez que o professor tem também uma responsabilidade colectiva, como elemento do corpo docente. Está em causa *romper com uma lógica uniformitarista em favor de uma lógica autonomizadora das escolas nas decisões curriculares* (...) (Roldão, 2000: p. 17).

Para a organização curricular ter em conta a promoção de uma equilibrada harmonia nos níveis de desenvolvimento físico-motor, cognitivo, afectivo, estético, social e moral dos alunos (LBSE, Lei nº49/2005, art.50º), deve atender a três preocupações centrais relacionadas entre si: diferenciação pedagógica, adequação das estratégias de ensino e aprendizagem e flexibilização das orientações (Abrantes, 2001).

O actual Currículo Nacional do Ensino Básico exige novas perspectivas de ensino, deve estar assente em princípios construtivistas e divide-se em cinco componentes:

- competências
- objectivos
- conteúdos
- estratégias ou experiências educativas
- avaliação

Estas, procuram activar recursos que desenvolvam no aluno conhecimentos, capacidades e estratégias em diversas situações, é saber em *acção* ou em *uso* e consideram-se competências essenciais como sendo aqueles saberes fundamentais para todos os cidadãos na nossa sociedade actual.

2.2.1. O papel das Ciências na Reorganização Curricular do Ensino Básico

A Ciência transformou não só o ambiente natural, mas também o modo como pensamos sobre nós próprios e sobre o mundo que habitamos.

O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo (Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais p. 129).

Assim, o Ensino das Ciências deve centrar-se no desenvolvimento da literacia científica para um público informado (Aikenhead, 2002).

Nesse sentido, o Ministério da Educação investiu no sentido de rever as orientações curriculares de disciplinas da área das ciências, dos ensinos Básico e Secundário. Estas orientações são direccionadas para a formação de cidadãos intervenientes, críticos e responsáveis. O currículo encontra-se estruturado em torno do desenvolvimento de competências, no sentido de permitir que os

cidadãos possam agir perante uma realidade em constante mudança e desenvolvimento tecnológico.

De acordo com as actuais orientações curriculares são propostas conjuntas de competências gerais a alcançar pelos alunos no final do Ensino Básico com ligações à abordagem de ensino CTS: (ME-DEB, 2001b)

- mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do dia-a-dia;
- usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico;
- pesquisar, seleccionar e organizar informação para a transformar em conhecimento mobilizável;
- adoptar estratégias adequadas à resolução de problemas e à tomada de decisões;
- realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa;
- cooperar com outros em tarefas e projectos comuns.

A fim de promover a literacia científica, o Currículo Nacional do Ensino Básico encontra-se organizado em torno de competências específicas, tais como:

- conhecimento
 - substantivo – análise e discussão de situações problemáticas, de modo a interpretar e compreender leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência e da Tecnologia;
 - processual – pesquisa bibliográfica, planeamento e realização de experiências ou investigações individuais ou em grupo, avaliação dos resultados, elaboração e interpretação de gráficos ou tabelas;
 - epistemológico – análise e debate de relatos de descobertas científicas, destacando êxitos e fracassos, métodos de trabalho de diferentes cientistas ao longo dos tempos, influências da Sociedade sobre a Ciência, permitindo confrontar as explicações científicas com as do senso comum;
 - raciocínio – situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de

resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução, promovendo o pensamento de uma forma criativa e crítica;

- comunicação – uso de linguagem científica na interpretação de fontes de informação diversas, com distinção entre o essencial e o acessório, em situações de debate, permitindo a exposição de ideias, a sua defesa e argumentação, o poder de análise e de síntese e na produção de textos escritos e/ou orais. Na apresentação dos resultados de pesquisa, deve-se fazer uso, nomeadamente, das novas tecnologias da informação e comunicação;
- atitudes – experiências educativas onde se desenvolva curiosidade, perseverança, seriedade no trabalho, respeitando e questionando os resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho, a flexibilidade para aceitar o erro, a incerteza e a reformulação do trabalho, o desenvolvimento do sentido estético, de forma a apreciar os fenómenos envolventes, o sentido ético e a sensibilidade de modo a avaliar o impacto do trabalho na Sociedade e no Ambiente.

As competências devem ser vistas no seu conjunto, desenvolvendo-se transversalmente, e em simultâneo, ao longo das experiências educativas (ME-DEB, 2001a).

Vai de encontro à perspectiva CTS o facto do actual Currículo Nacional do Ensino Básico destacar o termo “competência”, assim entende-se o saber como aquisição integrada de capacidades e atitudes, que tornam possível a utilização de conhecimentos.

No caso das Ciências Físicas e Naturais, cabe à escola, no contexto do seu projecto curricular e de acordo com os princípios da gestão flexível do currículo, decidir o modo como as orientações para as duas disciplinas serão desenvolvidas ao longo do 3º ciclo do Ensino Básico, sendo os professores das duas disciplinas, Ciências Naturais e Ciências Físico-Químicas encorajados a trabalharem em colaboração.

O documento sobre competências essenciais para as Ciências Físicas e Naturais, propõe a organização dos programas de Ciências nos três ciclos do Ensino Básico em torno de quatro temas: (ME-DEB, 2001a)

- Terra no Espaço – pretende localizar o planeta Terra no Universo, compreender os fenómenos que se relacionam com os movimentos da Terra e as condições que permitem a vida no nosso planeta;
- Terra em Transformação – pretende transmitir conhecimentos relacionados com os elementos constituintes da Terra e com os fenómenos que ocorrem no planeta;
- Sustentabilidade na Terra – pretende consciencializar os alunos da importância de não provocar desequilíbrios no nosso planeta, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos existentes na Terra;
- Viver melhor na Terra – pretende que os alunos compreendam que a qualidade de vida implica saúde e segurança numa perspectiva individual e comunitária.

Cada tema perspectiva problemas mais específicos, adequados aos alunos, ao conteúdo e ao quotidiano, numa perspectiva CTS.

O tema que propomos abordar nesta dissertação, pertence à disciplina de Ciências Físico-Químicas e é dirigido ao 3º Ciclo do Ensino Básico, segundo as orientações curriculares do Departamento da Educação Básica, Ciências Físicas e Naturais, do Ministério da Educação.

No contexto deste tema globalizante, Viver Melhor na Terra, iremos abordar dentro da subunidade Sistemas eléctricos e electrónicos, os Circuitos Eléctricos, recorrendo à analogia com o circuito da água.

Também no Currículo Nacional do Ensino Básico (C.N.E.B.), as competências gerais coadunam-se com o tema em estudo atribuindo-lhes uma certa importância quando subscreve que o aluno deve ser capaz de: “a) Usar adequadamente linguagens das diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar; b) Mobilizar saberes sociais e culturais, bem como os do senso comum, como por exemplo as metáforas...” (Departamento de Educação Básica, 2001a: p. 15).

Este tema pretende que os alunos construam conhecimentos relacionados com Viver melhor na Terra, compreendendo que a qualidade de vida implica saúde e segurança, numa perspectiva individual e colectiva e desenvolvam competências que lhes permitam intervir nela de uma forma cívica.

Os Sistemas eléctricos e electrónicos é um tema de estudos interdisciplinares, podendo ser tratado no quadro de numerosas disciplinas, tais como, Matemática, Ciências Experimentais, Ciências Médicas (lei de Olix) e muitas outras de Cursos de Formação Profissional.

2.3. Abordagem de Ensino CTS

Com o agravamento dos problemas ambientais surgiu na década de setenta o movimento CTS como crítica ao avanço científico e tecnológico, pois a degradação ambiental, fizeram com que o olhar sobre a Ciência e a Tecnologia se tornasse mais crítico (Auler e Bazzo, 2001).

Desde então começou a surgir um movimento ambientalista, argumentando que a industrialização aumentou a exploração da natureza, trazendo consequências negativas ao meio ambiente.

O movimento CTS é uma proposta pedagógica para o Ensino das Ciências que se relaciona com a realidade do aluno, dando significado a tudo o que é estudado. Através dos currículos com ênfase CTS os conteúdos e a aprendizagem de conceitos deixam de ser prioridade, não por não serem necessários, mas porque a sua importância será melhor percebida pelos alunos se eles aparecerem como via para dar sentido aquilo que é questionado, devendo pois os conteúdos do ensino CTS estar centrados em temas de relevância social (Martins, 2002).

A orientação curricular CTS assume um carácter mais humanista, mais global, capaz de preparar os alunos para a compreensão do mundo e para as inter-relações do Conhecimento Científico e Tecnológico na Sociedade.

Como os problemas ambientais têm vindo a causar danos na natureza, alguns autores passaram a associar à sigla CTS as questões ambientais

passando a usar CTS-A. A questão ambiental é uma preocupação cada vez mais presente em toda a sociedade e é uma realidade com a qual o ser humano precisa aprender a conviver. Isso implica na necessidade de um ensino voltado para essa temática, que venha contribuir para a formação de sujeitos críticos que busquem a preservação da vida do planeta e melhores condições sociais para a existência humana.

O ensino CTS tem como objectivo geral a formação da cidadania, visando formar cidadãos conscientes numa perspectiva ambiental.

O CTS é um movimento para o Ensino das Ciências que defende uma filosofia que aposta num Ensino das Ciências com base em grandes temas em torno de problemáticas reais e actuais em que os conceitos, leis e teorias científicas são apresentados ao aluno dada a sua capacidade para o desenvolvimento de uma explicação/interpretação relativamente a uma dada situação, tendo em consideração o nível de ensino.

2.4. Evolução das Diferentes Perspectivas de Ensino

De um modo geral, os investigadores em Didáctica das Ciências como, por exemplo, Jiménez Aleixandre (1996), consideram uma perspectiva de ensino como sendo um plano estruturado e fundamentado no sentido de configurar o programa curricular, desenvolvendo estratégias metodológicas e construindo materiais didácticos com o objectivo de orientar o ensino.

O Ensino das Ciências assumiu nas últimas décadas sucessivas perspectivas, influenciadas por diversas fundamentações, utilizando, geralmente, quatro vertentes para as caracterizarem: (i) vertente epistemológica; (ii) vertente sociológica; (iii) vertente psicológica e, (iv) vertente didáctico-pedagógica.

Assim, estabeleceram-se finalidades educativas diferentes, com origem em distintas formas de organizar os currículos e também em diferentes formas de os gerir. Cada uma das perspectivas, propõe a adopção de diferentes estratégias de ensino e de avaliação, constatando-se que são diferenciados os papéis

desempenhados pelo professor, pelo aluno e os recursos utilizados na sala de aula.

Segundo vários investigadores, como por exemplo, Santos e Praia (1991) e Cachapuz *et al.*, (2001), quatro perspectivas de ensino podem ser apontadas: Ensino Por Transmissão (EPT); Ensino Por Descoberta (EPD); Ensino Por Mudança Conceptual (EMC) e Ensino Por Pesquisa (EPP).

Porém estamos de acordo com autores, como Joyce e Weil (citados por Jiménez Aleixandre, 1996), que defendem não existir uma perspectiva de ensino perfeita, isto é, não existe nenhum método que resulte com todos os alunos, pois têm ritmos de aprendizagem diferentes. Cabe então ao professor desenvolver um amplo reportório de estratégias fundamentadas numa perspectiva construtivista.

Salienta-se que o Ensino das Ciências deve deixar de se preocupar apenas com a aprendizagem de conhecimentos, devendo garantir que essas aprendizagens sejam úteis no dia-a-dia, abandonando, para tal, a instrução e valorizando a educação.

2.4.1. Ensino Por Transmissão

O EPT é um ensino tradicionalista caracterizado pelas exposições orais do professor, que transmite as ideias aos alunos, isto é, “...o professor ‘dá a lição’, imprime-a em arquivadores do conhecimentos e pede, em troca, que os alunos usem a sua actividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações” (Santos e Praia, 1992: p. 13). É um ensino centrado nos conteúdos.

A organização do ensino supõe uma atitude passiva dos alunos, que funcionam como simples receptores de informação debitada pelo professor ao longo do ano, em que se considera que todos os alunos aprendem ao mesmo ritmo, pois Cachapuz *et al.* (2002) afirmam que o professor não toma em conta as diferentes dificuldades na aprendizagem dos alunos no sentido de efectuar estratégias de recuperação e faz uma leitura dos resultados obtidos na avaliação tomando por referência os alunos considerados de nível médio.

Quando existe trabalho prático, geralmente é feito pelo professor, ou se é feito pelos alunos basta seguir o manual, pois apenas é solicitado ao aluno a observação atenta do que acontece, sem a intenção de saber para quê e o porquê. A confrontação entre resultados e a teoria apenas serve para ilustrar os conceitos dados pelo professor (Lock, 1998), por isso não contribui com nada de novo aos conhecimentos, o currículo formal e o manual adoptado determinam quase sempre as acções do professor (Cachapuz, *et al.*, 2000a). O aluno não aprende a aprender, apenas memoriza saberes que deverá ser capaz de repetir e que mais tarde terão utilidade, tudo está dito e não há necessidade de imaginar ou participar na descoberta de fenómenos.

Cachapuz, *et al.*, (2000a: p. 7) referem o EPT como sendo o professor o transmissor de ideias “*quase tudo se reduz ao professor injectar nos alunos as ‘matérias’ que centralmente são definidas e obrigatórias dar ao longo do ano, importando sobretudo os resultados finais obtidos pelos alunos nos testes sumativos - afinal quem mais ordena – enquanto produtos acabados e que são os elementos principais para a atribuição de uma classificação. Cumprir o programa e preparar para os exames é compreendido como aprender o programa*”.

É uma perspectiva de ensino que não promove o debate nem a troca de ideias, é essencialmente um ensino individual que não permite o trabalho de grupo, nem o espírito de colaboração e não desenvolve competências e onde a sala de aula se torna um recinto, completamente isolado do mundo que a rodeia (Cachapuz *et al.*, 2002).

2.4.2. Ensino Por Descoberta

O Ensino Por Descoberta (EPD), surgiu no início dos anos 70 como uma nova perspectiva e é caracterizado pela convicção de que os alunos aprendem por conta própria conteúdos científicos a partir da observação (Cachapuz, *et al.*, 2002).

O professor assume um papel de orientador de situações de aprendizagem direccionando as descobertas a fazer pelos alunos. Após a apresentação de um

problema, os alunos são levados através de pistas e questões a retirarem conclusões dos fenómenos, aproveitando o facto das crianças sentirem curiosidade por tudo o que as rodeia. Ao dar largas à sua imaginação o aluno sente-se um pouco no papel de cientista nas actividades práticas à descoberta do conhecimento, mas o paralelismo estabelecido entre o aluno, considerado como um “pequeno cientista”, e os verdadeiros cientistas, dá uma imagem errada do modo que se produz ciência.

A Aprendizagem Por Descoberta (APD) alicerça-se em perspectivas empiristas-indutivistas que defendem que o conhecimento tem como fundamento a experiência. Os alunos aprendem os conteúdos científicos a partir de observações, ou seja, indutivamente a partir de factos. É a partir da observação que surge a interpretação, que conduz às conclusões, e estas à generalização que permite construir a teoria. Também de acordo com Cachapuz *et al.* (2002) os alunos deverão procurar chegar às respostas desejadas pelo professor, que as sabe de antemão – elas são já esperadas. O que torna a APD duvidosa é não permitir nenhuma descoberta original por parte dos alunos, tratando-se apenas da confirmação do que é já pré-conhecido (Wellington, 1981; Driver, 1995).

Conclui-se que o EPD, se confina aos conceitos que são possíveis de serem ensinados laboratorialmente e consequentemente a realização de experiências exige um domínio acrescido de teoria (Leite e Esteves, 2005).

Seguindo esta linha de raciocínio, Ausubel (1980) põe em causa o EPD, quando refere que é prejudicial para a educação esperar que a compreensão de conceitos abstractos resulte da experiência.

2.4.3. Ensino Por Mudança Conceptual

O Ensino por Mudança Conceptual (EMC), típico dos anos 80, com raízes epistemológicas racionalistas e perspectiva de aprendizagem construtivista, valoriza as concepções alternativas dos alunos relativas a conceitos científicos (Santos, 1999).

Os Conceitos Alternativos (CA) são conceitos que os alunos já trazem quando chegam à escola e que podem constituir barreiras na aprendizagem (Novak e Gowin, 1988).

O aluno é visto como um sujeito que constrói o conhecimento científico a partir da sua actividade intelectual e não com base na mera aquisição de conceitos, de acordo com uma perspectiva construtivista (Carretero, 1997). Esta perspectiva de ensino não visa apenas a aquisição de novos conhecimentos pelos alunos, mas exige a sua reorganização conceptual (Osborne e Freyberg, 1985).

O aluno é um elemento a constituir-se e a auto transformar-se onde a maioria das concepções prévias poderá alterar-se com facilidade ou não. Cabe ao professor, identificar nos alunos os conceitos alternativos para depois encontrar estratégias adequadas no sentido de fazer a troca conceptual desses conhecimentos pelos conhecimentos científicos.

O EMC baseia-se, como refere Cachapuz (2000a: p. 19): (...) *em perspectivas cognitivo-construtivistas da aprendizagem que põem a tónica na actividade do sujeito. São, pois, os alunos que constroem e (re)constróem os seus conhecimentos [...] privilegiam-se as construções prévias, uma vez que são elas que filtram, escolhem, descodificam, assim como (re)elaboram informações que o sujeito recebe do exterior.*

Gil Perez (1993) resume esta nova metodologia, pressupondo que:

- toda a aprendizagem depende de conhecimentos prévios;
- quem aprende constrói significados, dado que estabelece relações, não reproduzindo o que lê nem o que se lhe ensina.

Segundo Valadares (2004) o professor deve fomentar nos alunos que estes sejam:

- Activos – para interagirem com o ambiente e os materiais de aprendizagem que lhes são proporcionados;
- □ Pesquisadores – para explorarem os materiais e o ambiente de aprendizagem que lhes são proporcionados;
- Intencionais – procurando espontaneamente e de boa vontade atingir os objectivos cognitivos;

- □ Dialogantes – envolvidos em dialogo uns com os outros e com os professores;
- □ Reflexivos – articulando o que aprenderam e reflectindo nos processos e nas decisões tomadas;
- □ Ampliativos – gerando juízos ou assertações, atributos e implicações com base no que aprenderam.

Para que tal aconteça, o professor, deverá proporcionar ambientes construtivistas adequados de modo a fomentar uma boa aprendizagem.

Neste paradigma de ensino:

- □ Põe-se a ênfase na construção do conhecimento e não na sua reprodução de memória;
- □ Privilegiam as tarefas dos alunos em contextos significativos em vez de prelecções abstractas do professor fora dos contextos adequados;
- □ Privilegiam as situações do mundo real e do dia-a-dia em vez das sequências do ensino rígidas e pré – determinadas;
- □ Propiciam múltiplas representações da mesma realidade e não uma só (representações icónicas, verbais, formais, qualitativas, semiquantitativas, quantitativas, etc.);
- Encorajem a reflexão crítica constante dos alunos durante as suas actividades;
- □ Propiciam actividades dependentes do contexto e do conteúdo e tem em conta os estilos de aprendizagem dos alunos;
- □ Estimulam a construção colaborativa do conhecimento através da negociação social e não a competição individual pela classificação;
- □ Privilegiam a avaliação formadora que, tal como a encaramos, deve estar voltada não só para a regulação da aprendizagem de cada aluno como também para a reflexão, auto-avaliação, autocorreção da própria aprendizagem;
- □ São agradáveis e propiciadoras de boas relações interpessoais dentro e fora das aulas;
- □ São motivadoras e responsabilizadoras dos alunos pelas suas próprias aprendizagens.

- □ Uma actividade experimental, quando bem planificada, pode possibilitar o desequilíbrio do aluno face aos factos observados que não se coadunam com os seus modelos explicativos. Trata-se pois de um procedimento contra indutivo que é defendido pelo construtivismo.

O EMC entrou em declínio nos anos 90, para além da falta de formação de professores, trata-se de uma estratégia que tende, à sobrevalorização dos conceitos e domínios metodológicos para lidar exclusivamente com conceitos, ficando para trás as finalidades educacionais e culturalmente relevantes como as atitudes, valores, interesses e necessidades pessoais dos alunos (Cachapuz A. *et al*, 2002).

2.4.4. Ensino Por Pesquisa

O Ensino por Pesquisa (EPP) surgiu nos fins dos anos 90 e propõe uma visão mais relevante e actual do ponto de vista educacional, ligada aos interesses dos alunos e geradora de maior motivação. Tem uma perspectiva de aprendizagem construtivista, que é na actualidade o paradigma dominante na Investigação da Didáctica das Ciências, inspira os programas curriculares, a elaboração de estratégias de ensino e aprendizagem e a formação de professores.

Actualmente vive-se numa Sociedade onde é dada cada vez mais importância e relevo, nomeadamente através dos media, a questões associadas à Ciência e à Tecnologia tornando-se imprescindível que a escola acompanhe o desenvolvimento do aluno para lidar com a Ciência e com a Tecnologia, bem como o eduque a saber usá-las na melhoria da qualidade de vida de uma forma sustentada, sendo por isso o EPP a perspectiva actualmente em emergência no Ensino das Ciências (Cachapuz *et al*. 2000b; Fonseca, 2002).

O EPP fundamenta-se na epistemologia racionalista contemporânea, valorizando uma perspectiva global da Ciência. Os problemas amplamente discutidos na sala de aula nascem de problemáticas abertas, com raízes ou incidências culturais fortes. Uma educação científica já não é só “em” Ciências

mas também “através” de Ciências e “sobre” Ciências, no sentido da promoção de culturas científicas mais humanizadas e mais perto do ser humano, que vive num mundo onde a influência da Ciência e da Tecnologia é crescente.

O aluno é activo no seu processo de ensino e aprendizagem, assumindo a intenção de procurar respostas para questões que lhe são familiares.

A perspectiva de EPP, envolve os principais objectivos de investigação (adaptado de Cachapuz *et al.*, 2002):

- Apelo à inter e transdisciplinaridade para compreender o mundo que rodeia os jovens, conciliando os saberes das várias disciplinas;
- Apelo à abordagem das situações – problema do quotidiano permitindo assim construir conhecimentos e reflectir sobre os processos da Ciência e da Tecnologia bem como as suas inter relações entre a sociedade e ambiente, possibilitando tomar decisões mais informadas e responsáveis. Possibilita também o desenvolvimento de atitudes e competências essenciais à vida adulta;
- Apelo ao pluralismo metodológico ao nível das estratégias de trabalho, em particular às orientações sobre trabalho prático;
- O apelo aos desafios colocados por uma avaliação não classificatória, mas antes formadora, envolvendo todos os intervenientes do ensino e aprendizagem.

É promovido o debate nos alunos com o auxílio do professor, através de problemáticas abertas, direccionadas para o exercício de pesquisa partilhada, sempre envolvendo cognitivo e afectivo do aluno, em busca de soluções provisórias, como refere Cachapuz *et al.* (2000b: p. 46), “*como resposta a problemas reais e sentidos como tal, de conteúdo inter e transdisciplinares cultural e educacional mente relevantes*”.

Cachapuz, *et al.* (2002) apresentam uma síntese dos atributos dominantes na perspectiva de Ensino das Ciências que se encontram representados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Síntese dos atributos dominantes na perspectiva de Ensino das Ciências baseada em Cachapuz, *et al.* (2002)

Principais atributos de cada perspectiva de ensino quanto ao Ensino / Papel do professor			
EPT	EPD	EMC	EPP
Centra-se na transmissão de conhecimentos científicos aos alunos. O professor é o detentor desse conhecimento e comunica-o ao aluno geralmente através da exposição oral, recitação ou de leituras orientadas.	Centra-se na descoberta de conhecimento científico por indução através do método científico (MC); ensinar Ciências é ensinar a descobrir. O professor é o organizador e o mediador das situações com vista à descoberta guiada.	Ênfase na (re)construção de conceitos, tendo em conta as ideias / concepções alternativas (CA) dos alunos. O professor é o facilitador da reconstrução de ideias provocando o conflito cognitivo.	Ênfase na compreensão de conceitos científicos de base e na promoção de capacidades de pensamento e de atitudes / valores. O professor é o problematizador de "saberes" e o organizador de situações-problema.
Principais atributos de cada perspectiva de ensino quanto à Aprendizagem / Papel do aluno			
EPT	EPD	EMC	EPP
Aquisição de conhecimentos científicos sequencialmente armazenados na memória; Aprende-se estudando conceitos de dificuldade e complexidade crescentes. Papel passivo do aluno, focado no ouvir o discurso do professor (metáfora da "tábua rasa").	Aprende-se descobrindo os conceitos a partir da interpretação de factos dados ou observados; O que não se (re)descobre não chega a ser aprendido. Papel focado na aplicação dos processos científicos (metáfora do "pequeno cientista").	Aprendizagem focada na (re)construção de conceitos, a partir de situações de conflito cognitivo; aprende-se Ciências partindo do que já se sabe / ideias ou Concepções Alternativas. O aluno assume um papel activo de construtor do seu próprio conhecimento.	Aprendizagem construída socialmente com compreensão baseada na interacção: Agir / pensar. Papel activo focado na realização de pesquisas, na interacção com os outros, na reflexão sobre a sua maneira de pensar, sentir, agir, ...

2.5. A analogia e os processos de ensino e aprendizagem das Ciências

O termo analogia deriva do grego “αναλογία”, que significa “proporção” ou “relação de semelhança/identidade entre duas ou mais coisas”, segundo o Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea (2001).

Todos nós, no nosso quotidiano, já comunicámos recorrendo a analogias, para expressar algo e melhor nos fazermos entender, quando por vezes não é fácil de o conseguir. O conhecimento assim adquirido interessou os cientistas e educadores como um meio de promover a construção de teorias e compreendermos melhor o nosso mundo.

As analogias são consideradas como uma ferramenta do pensamento, porque permitem compreender o desconhecido através de fenómenos ou conceitos por nós já conhecidos, podendo assim fornecer aos estudantes um nível de conforto e segurança que lhes permita ligar o seu mundo ao mundo das teorias e abstracções (Bloom, 1992).

As analogias conhecidas como antigas ferramentas de comunicação, são frequentemente usadas na retórica política, nos documentos escritos, nas interpretações religiosas e no discurso científico (Dagher, 2000). Para além disso, a sua actualização é uma prática corrente no Ensino das Ciências com o objectivo de facilitar a compreensão dos conceitos científicos com elevado grau de abstracção. Segundo Dagher (2000), os professores usam analogias para simplificar os conceitos difíceis e tornar concretas as noções abstractas, comparando sistemas menos familiares, conceitos ou mesmo objectos, com outros mais familiares.

Segundo Duit (1991), como se mostra na Figura 2.1, na teoria do raciocínio analógico, a analogia é feita por duas partes, o domínio alvo ou desconhecido que se pretende explicar, e o domínio base, que serve de fonte do conhecimento e termo de comparação.

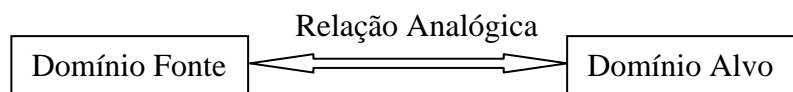


Figura 2.1: Relação entre a analogia do domínio Base e o domínio Alvo. Adaptado de Duit (1991)

A relação analógica entre os dois domínios surge com as semelhanças existentes entre si, um dos quais (a fonte) já é do nosso conhecimento, e através de muitas características similares possamos transferir esse conhecimento para o domínio desconhecido (alvo), por forma, a tornar o que é abstracto e desconhecido em algo já familiar, pois segundo a teoria de Guyton (1988), os seres humanos têm a capacidade de adquirir novos conhecimentos com base em informações anteriormente armazenadas.

Quando a analogia é utilizada para produzir conhecimento, não basta que apenas os dois domínios tenham muitas semelhanças, é necessário que exista uma relação estrutural que se aplica num domínio, possa também ser aplicada no outro domínio (Gentner e Gentner, 1983).

A relação entre estruturas dos dois domínios, induz uma maneira de raciocínio na compreensão dos fenómenos desconhecidos, idêntica à utilizada no domínio conhecido.

A analogia constitui um tipo de recurso útil e frequente tanto na vida quotidiana como no contexto escolar (Oliva, 2003). É, então, importante conhecer como se utiliza a analogia num lugar privilegiado onde o conhecimento está a ser construído, ou seja, na sala de aula. Aqui, a analogia pode ser utilizada como ferramenta pedagógica ou como instrumento de avaliação da aprendizagem e está presente em muitas explicações que os professores de Ciências utilizam nas suas aulas. Apesar de generalizado o seu uso, a sua utilização como recurso na sala de aula chegou a ser questionada, dividindo-se a opinião entre defensores e não defensores desta estratégia didáctica (Oliva, 2003). Esta controvérsia despoletou um grande número de estudos realizados por autores como Ângelo (2000), Ferraz e Terrazzan (2003), entre outros, com o objectivo de avaliar a sua incidência na prática docente e com vista a superar as dificuldades que apresenta a sua utilização na sala de aula.

Segundo Duit (1991), na aprendizagem das Ciências a analogia pode ser fonte de criatividade, desenvolver o espírito de inquérito científico sugerindo novas previsões, novas demonstrações e novas experiências, testando hipóteses, fomentando a aprendizagem de novos conceitos ou reinterpretação dos já existentes e sugerirem novas relações estruturais entre entidades teóricas, ou seja, criarem novas categorias, novas relações funcionais e fazerem a correspondência entre conceitos e princípios.

Apesar de opiniões favoráveis, há autores um pouco mais cépticos quanto à presença de analogias nos manuais escolares. Assim para Oliveira (1996), as duas principais limitações relativamente ao uso de analogia nos manuais escolares são:

- a impossibilidade de uma grande interacção (discussão e negociação) com os alunos, para analisar se realmente houve a transferência analógica de atributos/relações pretendida;

- a dificuldade dos autores receberem “feed-back”.

Segundo Ângelo (2000) outros autores são da opinião de que embora a utilização das analogias presentes nos manuais escolares possa parecer óbvio para os autores e professores, muitos alunos mantêm concepções alternativas relativamente à fonte. Um aluno ao ler um manual escolar pode ser levado a:

- fazer uma representação errada daquele que o autor pretende;
- reforçar uma falsa representação prévia e tirar uma conclusão errada;
- confundir a informação ou provocar a sua dispersão.

Aragón *et al.* (1999) referem, relativamente a manuais escolares de Física e Química, que um outro problema que pode surgir com as analogias é o facto de estas não se fazerem acompanhar de comentários ou actividades que ajudem a explorar o seu uso ou a servir como instrumento de auto regulação para o aluno.

Qualquer que seja o modelo a ser utilizado, Oliva *et al.* (2001) defendem, que este deveria incluir pelo menos três passos importantes no processo de construção da analogia:

- uma parte dedicada à génese da analogia e que englobaria a delimitação do objecto e do análogo e o estabelecimento das relações entre ambos;

- uma etapa dirigida à sua aplicação para obter conclusões que permitam compreender melhor o análogo e inclusivamente para poder chegar a realizar previsões;

- uma fase orientada ao esclarecimento de diferenças entre o objecto e o análogo e de limitações da analogia.

As analogias são então consideradas como uma “espada de dois gumes”, pois os estudantes podem interpretá-las à sua maneira e facilmente podem construir concepções alternativas, surgindo más interpretações.

As analogias suscitam assim algumas controvérsias, sobre a sua aplicação na Educação em Ciência. Por exemplo, a analogia do circuito eléctrico pode levar o aluno ao conceito alternativo de que a electricidade é fluida como a água e que a resistência é devida à fricção dos electrões com o isolamento do cabo (Champagne, *et al.*, 1985).

Um dos pontos fracos da analogia do circuito da água é a tendência dos professores usá-la para explicar todos os recursos do circuito eléctrico, o que do nosso ponto de vista está errado. É importante definir rigorosamente as limitações da analogia usada.

O modelo de “Ensino com Analogias” proposto por Glynn *et al.* (1989) e desenvolvido no livro Teaching-With-Analogies (TWA) e que apresenta uma teoria contendo seis passos, (avaliada e modificada por Harrison e Treagust (1993)) refere que o uso de analogias é uma estratégia com relevo no ensino.

Nestes termos a utilização de analogias como recursos de aprendizagem deve ser feita com base nos seguintes passos:

- Introduzir o conceito alvo;
- Sugerir as informações do conceito análogo;
- Identificar as características relevantes do alvo e o análogo;
- Estabelecer as similaridades entre o análogo e o alvo;
- Indicar as limitações da analogia;
- Retirar conclusões;

Duit (1991) enfatiza que quando as analogias são usadas em contexto de ensino devem obedecer a uma orientação sistemática e os professores não podem deixar de estar atentos e certificarem-se que:

- Por mais simples que seja a semelhança entre o domínio base e o alvo, o aluno saiba as limitações de cada um deles;
- Os alunos conhecem bem o domínio base de modo a poderem transferir a informação para o domínio alvo;
- O domínio base não deve conter conceitos científicos, pois caso estes não estejam bem apreendidos os futuros também o não serão;
- Se o domínio alvo conter conceitos mais alargados é aconselhável usar mais do que uma analogia, para evitar dificuldades caso não seja compreendido com apenas uma;
- O aluno identifica tanto as semelhanças mais simples quanto as semelhanças mais elaboradas.

Assim sendo, para que as analogias possam ser usadas como uma ferramenta eficaz no Ensino das Ciências, é essencial um conhecimento pedagógico por parte do professor que inclua:

- Adequação da analogia com o público-alvo;
- A concepção de que a analogia não fornece todos os conceitos alvo e que múltiplas analogias alcançam melhor o objectivo;
- Ter em conta que nem todos os alunos entendem as múltiplas analogias, pois esperam apenas uma simples explicação do fenómeno.

De acordo com Nagem (1997) e em jeito de conclusão referimos algumas vantagens, desvantagens e critérios a serem observados na utilização de analogias no Ensino das Ciências

Vantagens:

Como ferramenta pedagógica, possibilita a comparação entre as similaridades do que é familiar para os alunos – fonte – e o que lhes é estranho – alvo.

Caso o aluno consiga explicar o conceito ensinado por meio de uma nova analogia, significa que o compreendeu e que consegue fazer associações com outros conhecimentos.

Permite relacionar conceitos científicos e abstratos, com termos familiares, com a realidade dos alunos.

Estimula a formação de hipóteses e a solução de problemas.

Torna as aulas mais variadas e motivadoras.

Desvantagens:

O facto de o aluno receber uma analogia pronta pode gerar dificuldades de aceitabilidade.

Se as analogias estiverem fora do contexto sócio-cultural dos alunos, podem gerar grandes dificuldades.

Uma má interpretação ou o não discernimento das diferenças entre o análogo e a fonte pode gerar conceitos errados.

Caso não haja um bom direccionamento, aspectos irrelevantes podem sobressair em detrimento do principal.

Analogias muito parecidas com os conceitos-alvo podem levar a raciocínios errados.

Crítérios a serem observados:

O ensino deve estar centrado nos alunos.

Os objectivos devem estar bem claros para o professor.

O professor deve estar a par da realidade sócio-cultural de seus alunos.

O objectivo didáctico do uso de uma analogia deve ser comunicado aos alunos, deixando clara a sua função.

A formação do professor deve abranger desde um sólido conhecimento sobre o assunto, até a adaptação de uma linguagem adequada que, por sua vez, deverá ser aplicada quando necessário.

Assim, concordamos que as pesquisas têm demonstrado que quando usadas eficazmente, as analogias são uma ferramenta com valor pedagógico, que devem ser valorizadas em contexto de sala de aula e é nosso objectivo o aprimoramento da prática experimental.

2.6. Síntese

No ensino tradicional é esperado do aluno uma atitude passiva no que concerne à aprendizagem. Aprender Ciências consiste em assimilar os conhecimentos científicos tal e qual como a Ciência os formulou. O Ensino das Ciências baseado no construtivismo veio pôr em causa esta ideia da aprendizagem baseada na acumulação passiva de conhecimentos e dar suporte à ideia de aprendizagem como construção de conhecimentos. Esta visão construtivista da aprendizagem admite a construção de esquemas conceptuais pelo indivíduo, através da interacção social e de experiências com o meio físico.

O Ensino das Ciências deve centrar-se no desenvolvimento da literacia científica para um público informado (Aikenhead, 2002). Nessa perspectiva, o Ministério da Educação empenhou-se no sentido de rever as orientações curriculares de disciplinas da área das ciências, dos ensinos Básico e Secundário. Estas orientações acentuam a importância da formação de cidadãos intervenientes, críticos e responsáveis. O currículo encontra-se estruturado em torno do desenvolvimento de competências, no sentido de permitir que os cidadãos possam actuar perante uma realidade em constante mudança.

Os objectivos constantes nas supracitadas orientações incluem a consciencialização e reflexão críticas sobre os desafios colocados pelas referidas mudanças e baseiam-se em princípios socioconstrutivistas, referindo explicitamente que deverão ser os alunos os agentes principais do processo de construção dos seus conhecimentos e salientando a importância e influência que os conhecimentos anteriores dos alunos têm nas aprendizagens. Ao professor é atribuído o papel de organizador e facilitador dos processos de ensino e aprendizagem (Ministério da Educação, 2001a; 2001b).

Defendemos, de acordo com esta perspectiva, a necessidade de um papel dinâmico dos indivíduos na construção do seu mundo, mediante processos de discussão e reflexão participada. Como refere Pontecorvo (2004), aprender no século XXI, não está apenas relacionado com o desenvolvimento de capacidades e/ou com mudanças nas estruturas cognitivas dos alunos, mas também com o

saber actuar perante situações com que nos confrontamos no quotidiano, saber trabalhar colaborativamente com os outros e participar activamente em comunidades que favoreçam o desenvolvimento de competências, capacidades, atitudes e valores.

Consideramos que cada vez mais, o professor tem de fazer a abordagem de situações-problema do quotidiano, com interesse para os alunos e de âmbito na inter-relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS-A), pois possibilitam desenvolver capacidades, competências, atitudes e valores e também tomar decisões mais informadas e agir responsavelmente, devendo o professor apoiar e propor o pluralismo metodológico.

Como já referido, o EPP apela à abordagem de situações-problema do quotidiano. As situações-problema permitem construir solidamente conhecimentos e reflectir sobre os processos da Ciência e da Tecnologia e as suas inter-relações com a Sociedade e o Ambiente (abordagem CTS-A).

Estamos de acordo com a perspectiva EPP por apelar ao desenvolvimento de actividades mais abertas valorizando contextos não estritamente académicos. Através do EPP a aprendizagem exige um processo de natureza metacognitiva, envolvendo os alunos em tarefas que implicam um exercício continuado sobre o pensar. São, portanto, utilizadas metodologias de trabalho mais activas e diversificadas, envolvendo partilha e negociação de significados e de modos de fazer, exigindo reorganização do processo de ensino e aprendizagem e de recursos, de modo a facilitar uma maior autonomia do aluno (Cachapuz *et al.*, 2001).

As analogias são consideradas muito úteis como ferramenta no pensamento científico pelos cientistas, mas vistas como problemáticas pela comunidade de investigação na educação (Dagher, 1995; Duit, 1991).

Segundo Cachapuz (1989), de concreto pouco se sabe sobre quais as analogias mais frequentemente usadas por professores e alunos de Ciências. Por isso, o autor considera ser necessário conhecer melhor que analogias são usadas pelos professores e porquê, como são exploradas numa situação de sala de aula e a sua importância na aprendizagem dos alunos.

Concordamos com o autor, que num contexto de sala de aula, o professor deve viabilizar a tomada de decisões, o espaço para a comparação, perguntas, resumos, produção de textos e outras formas de participação pelo aluno. A responsabilidade pela mudança é do aluno; a de lhes propiciar experiências ricas, com frequentes oportunidades para participar da diversidade de processos que exigem compreensão, é do professor.

CAPÍTULO 3

Descrição do estudo

CAPÍTULO 3 – Descrição do estudo

3.1. Introdução

Este capítulo está estruturado em cinco secções que definem a descrição do estudo realizado no desenvolvimento desta dissertação.

No seguimento da introdução, apresenta-se o estudo a realizar nesta dissertação e caracteriza-se a população. Nas secções seguintes são referidas as diversas fases do estudo, é apresentado o instrumento utilizado na recolha de dados, assim como o desenvolvimento do processo de recolha de dados e por fim, na última secção define-se o processo de apresentação dos dados.

3.2. Apresentação do estudo

Este estudo resulta da necessidade de concretizar uma nova perspectiva de escola e de ensino das ciências baseado numa actividade experimental que procura fazer a analogia do circuito eléctrico com o circuito da água, numa tentativa de colmatar dificuldades sentidas na leccionação de conceitos tão abstractos como os da electricidade. Nesse sentido é nosso propósito a procura de respostas cientificamente correctas para justificar, de maneira simples, a analogia entre o circuito da água e o circuito eléctrico, a sua aplicabilidade a nível científico e de ensino e a possibilidade de esta analogia sugerir estratégias de ensino que motivassem os alunos ao ensino por pesquisa,

Para isso foram desenvolvidas actividades experimentais na área da electricidade e da hidráulica para inferir similaridades entre os dois sistemas, no sentido de obtermos resposta para o problema norteador desta dissertação, ou

seja, avaliar as potencialidades e as limitações do uso e produção de analogias na aprendizagem do tema “Circuitos Eléctricos”, no Ensino Básico.

No campo da electricidade foram realizadas actividades com o circuito eléctrico simples, onde se procurou obter a confirmação gráfica e analítica da Lei de Ohm, da associação de receptores em série e em paralelo.

No campo da hidráulica foram realizadas actividades, usando materiais de baixo custo, no sentido de procurar identificar as similaridades com o circuito eléctrico simples, nomeadamente com a Lei de Ohm e a associação de receptores.

Depois de identificadas as similaridades entre os dois sistemas, analiticamente e graficamente, e as limitações que sustentam a analogia entre o circuito da água com o circuito eléctrico, foi planeada uma Oficina Pedagógica para partilhar e avaliar a aplicabilidade das actividades experimentais desenvolvidas com outros professores. Para o efeito foi concebido um guião didáctico de apoio aos professores, esperando que possa contribuir para um enriquecimento e diversidade das práticas pedagógicas no Ensino das Ciências.

3.3. Caracterização da População

Sendo este estudo ligado à melhoria da qualidade da educação é nossa intenção sensibilizar a classe docente para planificar e reflectir com rigor a utilização das analogias como ferramenta didáctica auxiliar, escolhemos portanto para a nossa população alvo, um grupo de professores da área do Ensino das Ciências, o mais heterogéneo possível, desde a formação académica, a formação profissional, sexo, anos de ensino, etc..

Procurou-se incluir na população, professores de diferentes grupos disciplinares, de Físico-Química, de Electrotecnia e Educação Tecnológica, na tentativa de abranger uma diversidade de planificações e estratégias implementadas nas respectivas áreas disciplinares.

3.4. Fases do estudo

Para desenvolver os objectivos do estudo a que nos propusemos, destacamos as seguintes fases:

Uma 1ª fase em que se procedeu à revisão da literatura, visando a construção do enquadramento teórico que serviu de suporte à 2ª fase, consistindo na concepção, produção, validação e aplicação dos materiais didácticos.

Após a validação, foi construído um guião de apoio ao professor e os materiais didácticos foram apresentados, a um grupo de professores, no decorrer de uma Oficina Pedagógica, durante o qual se procedeu à recolha de dados recorrendo a um questionário.

Numa 3ª fase fez-se a avaliação dos materiais didácticos produzidos e a apresentação dos dados recolhidos.

Finalmente numa última fase, fez-se a análise dos resultados e considerações finais.

3.5. Recolha de Dados

O instrumento de recolha de dados foi um questionário dado aos professores na Oficina Pedagógica a fim de obter as suas opiniões e o interesse do objectivo deste estudo.

A construção do questionário, requereu da nossa parte uma atenção cuidada, de modo a garantir um melhor acolhimento por parte dos inquiridos. Por isso, o questionário inicia-se com uma nota introdutória que, explicita os objectivos do estudo, apela à colaboração e garante o anonimato. Procurou-se redigir as questões de maneira clara, acessível, susceptível a uma única interpretação para facilitar respostas.

Em relação ao número de questões, procurou-se que tivessem a extensão adequada de modo a que fossem as suficientes, para obter as informações

necessárias para a realização do estudo e não se tornassem cansativas para os inquiridos.

A selecção do número, tipo e modalidade de questões utilizada foi determinada pela convicção de que seria facilitada a tarefa de responder ao questionário.

3.6. Processo de Apresentação dos Dados e Análise dos Resultados

Depois da recolha dos dados procedeu-se à sua organização, para que a representação dos dados se tornasse mais perceptível, auxiliando o investigador no desenvolvimento da respectiva análise e garantir a utilização directa dos dados na dissertação.

Após a selecção e organização dos dados, procedeu-se à análise dos documentos. Após este percurso, os dados obtidos foram tratados a fim de serem interpretados de forma a comprovar as informações que lhes eram subjacentes.

Finalizado este procedimento, de acordo com o quadro teórico adoptado, o tipo de estudo, o seu objectivo e a natureza dos dados colhidos, decidiu-se pela sua apresentação em simultâneo com a sua análise no Capítulo 6.

CAPÍTULO 4

Fundamentação Teórica

CAPÍTULO 4 – Fundamentação teórica

4.1. Introdução

Neste capítulo faz-se uma pequena introdução aos conceitos físicos explorados no estudo realizado, tanto da área da electricidade como da água. Para além desta secção introdutória, serão focados na área da electricidade os diferentes pontos, nas seguintes secções: (4.2) Carga eléctrica; (4.3) Potencial eléctrico e Diferença de Potencial; (4.4) Corrente eléctrica (4.5) Resistência eléctrica; (4.6) Circuito eléctrico; (4.7) Lei de Ohm.

No tema da água serão tratados os diferentes conceitos nas seguintes secções: (4.8) Caudal; (4.9) Diferença de pressão; (4.10) Resistência ao escoamento.

4.2. Carga eléctrica

Quando falamos em electricidade, pressupomos um prévio conhecimento da constituição da matéria, partindo do conceito da mais pequena partícula existente: o átomo.

O átomo é formado por um núcleo central, constituído por protões e neutrões, à volta do qual gravitam os electrões.

Os electrões têm carga eléctrica negativa e são muito leves, os protões têm carga positiva e são muito mais pesados e os neutrões não têm carga.

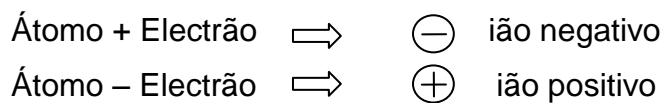
Como um átomo no estado neutro tem uma carga eléctrica total nula, isto significa que o número de protões é igual ao número de electrões.

Os átomos diferem entre si no número de electrões, os quais se vão dispondo em órbitas à volta do núcleo, sendo atraídos pelo núcleo que tem carga positiva. Os electrões das órbitas mais afastadas vão sofrendo uma atracção cada vez menor, de tal forma, que em certos materiais chamados condutores, estes

electrões podem sair das suas órbitas, devido as atracção sofridas por núcleos de outros átomos, é este movimento dos electrões, que vai dar origem à corrente eléctrica.

Quando um átomo perde um electrão, deixa o seu estado neutro, para ficar com carga positiva, pois os protões estão agora em maioria, passou então a denominar-se ião positivo.

Quando um átomo atrai um electrão, para sua órbita, fica com um número maior de cargas negativas passando a denominar-se ião negativo.



Podemos assim encontrar corpos com cargas eléctricas diferentes. Uns carregados positivamente $+Q$ (iões positivos), outros carregados negativamente $-Q$ (iões negativos), uns com carga nula (átomos no seu estado neutro), outros carregados mais positivamente que outros, etc. ... ou seja, todas as partículas elementares electrizadas possuem diferentes cargas eléctricas em valor absoluto (Serway e Jewett, 2004) .

A unidade de medida de carga eléctrica no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o coulomb (C), que recebeu este nome em homenagem ao físico francês Charles Augustin de Coulomb.

4.3. Potencial Eléctrico e Diferença de Potencial

Potencial eléctrico é uma propriedade do espaço onde existe um campo eléctrico.

Um campo eléctrico pode ser produzido por uma carga pontual ou por alguma distribuição de carga, pois o potencial depende da carga que cria o campo e da posição relativa à carga. Então numa região do espaço onde existe um campo eléctrico todos os pontos desse espaço possuem um potencial. Todos os

pontos que porventura apresentarem potenciais iguais formam um "equipotencial" ou seja, uma região com o mesmo potencial.

Consideremos que os dois corpos indicados na Figura 4.1, encontram-se a níveis de cargas diferentes, isto é, a potenciais diferentes, $U_B > U_A$, diz-se então que existe uma diferença de potencial (d.d.p.) entre eles, $(U_B - U_A)$. Esta diferença de potencial também se chama tensão eléctrica e representa-se por U .

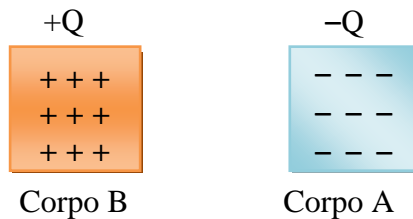


Figura 4.1: Dois corpos carregados com potenciais diferentes $U_B > U_A$

O elemento do circuito eléctrico que tem a capacidade de manter constante a diferença de potencial aos seus terminais chama-se gerador. Podemos associar geradores em série, em que a diferença de potencial entre os extremos é igual à soma das diferenças de potencial de cada um dos geradores, ou em paralelo, em que a diferença de potencial é igual à diferença de potencial em cada gerador.

O aparelho que mede diferença de potencial eléctrica é chamado voltímetro, e a sua unidade no Sistema Internacional de Unidades é expressa em volts (símbolo V) em honra do físico italiano Alessandro Volta (1745 - 1827) e é sempre introduzido em paralelo no circuito.

A Figura 4.2 indica o símbolo do voltímetro.

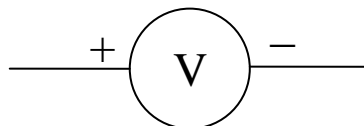


Figura 4.2: Símbolo do Voltímetro

4.4. Corrente eléctrica

Analiseemos o que sucede quando ligamos entre si, por meio de um condutor, dois corpos com cargas eléctricas positivas mas com potenciais eléctricos diferentes, como se mostra na Figura 4.3, sendo $U_A > U_B$.

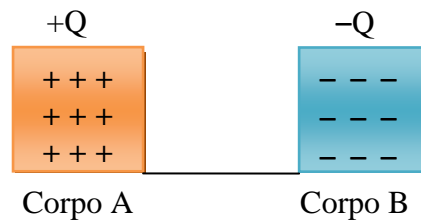


Figura 4.3: Dois corpos, ligados entre si, carregados com potenciais diferentes, $U_A > U_B$

Os electrões em excesso nos iões do corpo B vão deslocar-se através do fio condutor para o corpo A, onde existe falta de electrões nos iões positivos, de forma a anular as cargas positivas de A, até os dois corpos ficarem com a mesma carga final, ou seja $Q_A = Q_B$. Para produzir um movimento de electrões ao longo do fio, é necessário que haja uma diferença de potencial entre as duas extremidades. É esta diferença de potencial que é responsável pelo movimento dos electrões. A este movimento orientado dos electrões damos o nome de corrente eléctrica do circuito, ou seja, um condutor será percorrido por corrente eléctrica desde que exista uma diferença de potencial entre os seus extremos.

O sentido do movimento dos electrões do corpo B para o corpo A, é chamado sentido real da corrente eléctrica, enquanto que o sentido convencional da corrente eléctrica é considerado aquele que vai do potencial mais alto para o mais baixo, neste caso do corpo A para o corpo B.

Quando ligamos num circuito fechado, um gerador com uma diferença de potencial constante, os electrões são orientados do terminal negativo para o positivo, dando origem a uma corrente sempre no mesmo sentido chamada corrente eléctrica contínua. Se ligarmos um gerador que vá mudando periodicamente o sinal da carga aos seus terminais, obtemos uma corrente que também muda periodicamente de sentido e é chamada corrente eléctrica alternada.

A intensidade de corrente eléctrica I é portanto a quantidade de carga eléctrica que atravessa uma secção recta do condutor por unidade de tempo, e é dada por

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (4.01)$$

onde Δq representa a carga total que atravessa a secção recta do fio condutor e Δt o intervalo de tempo durante o qual passa a carga Δq .

Sendo assim, quanto maior for a diferença de potencial entre dois pontos, separados por uma distância, mais cargas passarão por unidade de tempo e maior será a corrente.

O aparelho que mede a intensidade da corrente eléctrica é chamado amperímetro, e a sua unidade do Sistema Internacional de Unidades é o ampere (símbolo A), em honra do físico e matemático francês André-Marie Ampère (1775-1836) e é sempre introduzido em série no circuito. A Figura 4.4 mostra o símbolo do amperímetro.

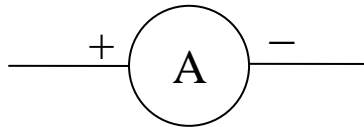


Figura 4.4: Símbolo do Amperímetro

4.5. Resistência eléctrica

A Resistência eléctrica é a propriedade dos materiais de se oporem ou resistirem ao movimento dos electrões, o que equivale a afirmar que a corrente eléctrica não circula do mesmo modo em todos os materiais. Existem materiais que deixam passar facilmente a corrente eléctrica, outros, pelo contrário, oferecem grande dificuldade ou mesmo impedem a passagem da corrente. Os primeiros designam-se por condutores, aos segundos dá-se o nome de não condutores ou isoladores. Isto significa que os condutores têm uma resistência eléctrica reduzida e que os isoladores têm uma resistência eléctrica muito elevada.

A maior ou menor dificuldade que os materiais apresentam à passagem da corrente eléctrica chama-se resistência eléctrica e representa-se por R .

A resistência eléctrica varia de material para material, pois a estrutura atómica e molecular varia de material para material. Quando os electrões se deslocam num condutor ou num receptor, eles chocam (colidem) com os átomos circundantes, o que dificulta o movimento orientado dos electrões, constituindo um obstáculo ao seu percurso. Os diferentes materiais têm, diferentes estruturas atómicas e moleculares e, portanto, também diferentes resistências eléctricas.

Para medir essa resistência, os cientistas definiram uma grandeza que denominaram resistividade eléctrica ρ , cuja unidade é $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ou Ωm e que pode ser obtida por,

$$R = \rho \frac{\ell}{s} \quad (4.02)$$

em que ℓ representa o comprimento do condutor em metros e s a área da secção recta do condutor em mm^2 ou m^2 .

A resistividade de um dado material é a resistência eléctrica de um condutor com 1m de comprimento e 1mm^2 de secção, desse material.

A resistividade de um condutor depende da temperatura à qual ele se encontra.

Num circuito eléctrico a resistência eléctrica está relacionada com a diferença de potencial aplicada nos terminais de um condutor e a intensidade da corrente que o percorre e pode ser calculada pela expressão

$$R = \frac{U}{I} \quad (4.03)$$

em que U representa a diferença de potencial nos terminais do condutor e I a intensidade da corrente eléctrica que o percorre.

Assim, as resistências são componentes que têm por finalidade oferecer uma oposição à passagem de corrente eléctrica, através de seu material. Uma resistência ideal é um componente com uma resistência eléctrica que permanece constante independentemente da tensão ou corrente eléctrica que circular pelo dispositivo. As resistências podem ser fixas ou variáveis. Neste caso são chamadas potenciômetros ou reóstatos. O valor nominal pode ser alterado girando um eixo ou deslizando uma alavanca.

O valor de uma resistência de carbono pode ser facilmente identificado de acordo com as cores que apresenta na cápsula que envolve o material resistivo, ou então usando um ohmímetro.

O código de cores, utilizado nas resistências é ilustrado pela Figura 4.5, onde a leitura para a informação do valor da resistência, começa sempre a partir da extremidade que não contenha as cores prata e dourado. As duas primeiras cores formam um número com 2 algarismos, a terceira cor representa o expoente da potência de 10 que multiplica pelo número anterior e finalmente a quarta cor indica a tolerância da resistência, em percentagem.

De salientar que a ausência da faixa de tolerância indica um valor a ser assumido de $\pm 20\%$.

As resistências de precisão apresentam cinco faixas, onde as três primeiras representam o primeiro, segundo e terceiro algarismos significativos e as demais, respectivamente, o factor multiplicativo e a tolerância.

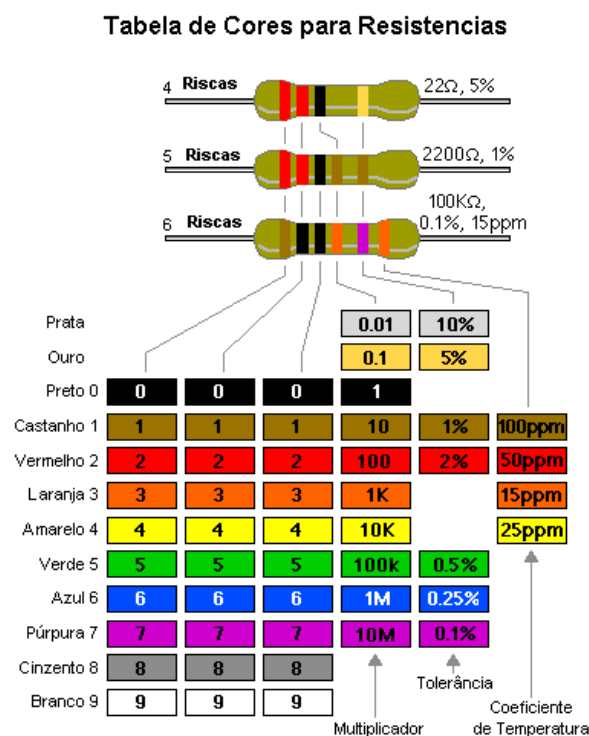


Figura 4.5: Código de cores para resistências

Podemos efectuar a leitura do valor das resistências através de um aparelho chamado multímetro, como se mostra na Figura 4.6. O valor da resistência é indicado no visor do multímetro quando as pontas de prova estão ligadas aos terminais da resistência.



Figura 4.6: Multímetro e Pontas de Prova

A Figura 6 mostra o símbolo de uma resistência, que é esquematizada num circuito eléctrico.

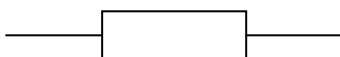


Figura 4.7: Símbolo de uma Resistência

Por considerarmos oportuno, representam-se de forma esquemática na Tabela 4.1, as grandezas usadas nesta dissertação:

Tabela 4.1: Grandezas eléctricas, símbolos e instrumentos de medida

Grandeza	Unidade	Aparelho de medida
Tensão – U	volt – V	Voltímetro
Corrente – I	ampere – A	Amperímetro
Resistência – R	ohm – Ω	Ohmímetro



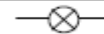



4.6. Circuito eléctrico

Um circuito eléctrico é um conjunto de componentes eléctricos ligados entre si de forma a possibilitarem o estabelecimento duma corrente eléctrica através deles. É composto por um ou mais geradores eléctricos que alimentam os seus receptores, com a respectiva aparelhagem de ligação, corte, comando, protecção e medida.

Por gerador entende-se qualquer aparelho ou sistema que forneça energia eléctrica. Receptor de energia eléctrica é qualquer aparelho ou sistema que consuma a energia eléctrica. Um circuito eléctrico é necessariamente um percurso fechado, quando este é interrompido, diz-se que o circuito está aberto.

Para representar os elementos constituintes do circuito eléctrico utiliza-se a simbologia indicada na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Simbologia utilizada nos circuitos eléctricos

Pilha		Gerador		Lâmpada	
Interruptor aberto		Interruptor fechado		Fio de ligação	

Na prática, é possível instalar num circuito eléctrico mais do que um receptor. Esta instalação pode ser feita de duas maneiras: em série ou em paralelo.

Num circuito em série os receptores são ligados um a seguir ao outro, existindo um só caminho para a corrente eléctrica

Num circuito em paralelo os receptores são ligados cada um num ramo diferente, fazendo com que haja mais do que um caminho diferente para a corrente eléctrica. Há um ponto chamado nó, onde a corrente do ramo principal se divide pelos ramos, e outro nó onde a corrente se junta de novo.

4.7. Relação entre as grandezas eléctricas – Lei de Ohm

George Ohm nasceu em Erlangen, Alemanha em 1787. A Figura 4.6 retrata George Ohm. Trabalhou em diversas experiências envolvendo a electricidade e, na grande maioria, desenvolvia os seus próprios equipamentos. Em 1827 estabeleceu a relação conhecida, até aos nossos dias, como a Lei de Ohm. Ohm faleceu em 6 de Julho de 1854 em Munique.



Figura 4.8: George Simon Ohm (1787-1854)

O cientista Ohm nas suas experiências mediu voltagens e correntes eléctricas correspondentes. Usou diversos condutores feitos de substâncias diferentes.

A Lei de Ohm, assim designada em sua homenagem, pode ser enumerada da seguinte maneira: se forem aplicadas, nos extremos de um fio metálico, diferenças de potencial de valores diferentes, o fio é percorrido por diferentes intensidades de corrente. Verifica-se também que, se a razão entre a diferença de potencial e a intensidade se mantiverem constantes, a resistência não varia. Este resultado experimental, pode ser enunciado como se segue:

“Num condutor filiforme e homogéneo, a uma dada temperatura, a diferença de potencial entre os seus extremos é directamente proporcional à intensidade da corrente que o percorre, ou seja, a sua resistência é constante.”

Porém, nem sempre essa lei é válida, pois depende do material usado para fazer a resistência. Quando essa lei é verdadeira num determinado material, a resistência em questão denomina-se resistência óhmica ou linear. Um exemplo de componente electrónico que não possui uma resistência linear é o díodo, que devido a este facto não obedece à Lei de Ohm.

Para materiais óhmicos e quando há cargas eléctricas em movimento, surge uma oposição chamada resistência eléctrica. Vencer esta oposição passa pela diferença de potencial ou tensão.

Como já vimos, a relação introduzida por Ohm existente entre a tensão, a corrente e a resistência, traduz-se matematicamente por

$$R = \frac{U}{I} \text{ (ohms, } \Omega \text{)} \quad (4.03)$$

O circuito eléctrico simples, indicado na Figura 4.9, ilustra as três grandezas presentes na Lei de Ohm.

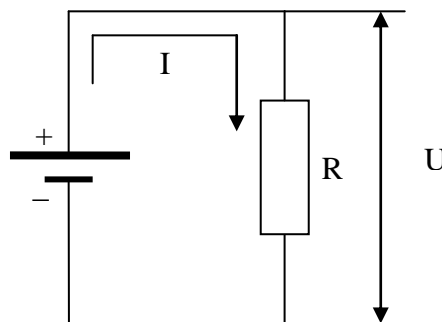


Figura 4.9: Circuito eléctrico simples

Outras expressões que derivam da expressão (4.03), são

$$U = RI \text{ (volt, V)} \quad (4.04)$$

e

$$I = \frac{U}{R} \text{ (ampere, A)} \quad (4.05)$$

As resistências eléctricas podem ser associadas em série e em paralelo.

Na associação em série todas as resistências eléctricas são percorridas pela mesma corrente eléctrica. As resistências eléctricas são ligadas uma a seguir à

outra, existindo apenas um caminho para a corrente eléctrica, como se ilustra na Figura 4.10.

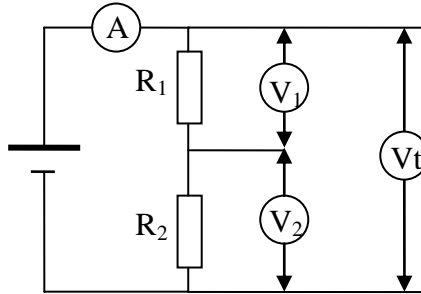


Figura 4.10: Circuito com duas resistências em série

Nas resistências eléctricas ligadas em série a soma do valor da diferença de tensão aos terminais da cada uma é igual ao valor da diferença de tensão da fonte, o que pode ser traduzido pela expressão

$$U = U_1 + U_2 \quad (4.06)$$

Pela Lei de Ohm, sabemos que

$$U = RI \leftrightarrow U = R_{eq} I \quad (4.07)$$

Assim sendo e por substituição, obtém-se

$$R_{eq} I = R_1 I_1 + R_2 I_2 \quad (4.08)$$

Mas a intensidade de corrente I é igual a I_1 e I_2 . Nestes termos

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \quad (4.09)$$

O efeito no circuito pela presença destas duas resistências em série é equivalente ao de uma só resistência chamada de resistência equivalente.

Generalizando para n resistências eléctricas ligadas em série o valor da resistência eléctrica equivalente é dado pela soma das resistências que fazem parte da série.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_{2n} \quad (4.10)$$

A associação em paralelo de resistências é um conjunto de resistências eléctricas ligadas de maneira a todas receberem a mesma tensão, como se ilustra na Figura 4.11. Nesta associação existem dois ou mais caminhos para a corrente eléctrica, e desta maneira, as resistências eléctricas não são percorridas pela corrente eléctrica total do circuito.

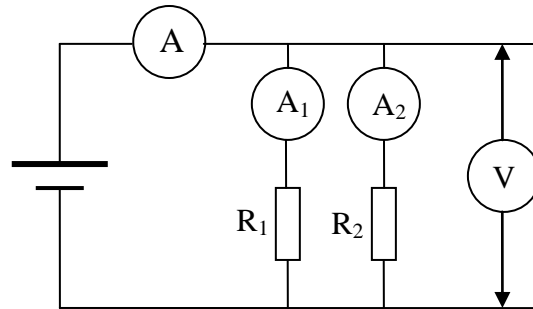


Figura 4.11: Associação de resistências em paralelo

Tal facto pode ser traduzido pela lei dos nós, em que a intensidade da corrente I é igual à soma das intensidades de correntes de I_1 e I_2 , vindo

(4.11)

$$I = I_1 + I_2 \quad (4.11)$$

A Lei de Ohm, pode ter também o aspecto,

$$I = \frac{U}{R} \Leftrightarrow I = \frac{U}{R_{eq}} \quad (4.12)$$

sendo assim, é possível escrever,

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} \quad (4.13)$$

Como $U = U_1 = U_2$, resulta,

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (4.14)$$

O efeito no circuito pela presença destas duas resistências em paralelo é equivalente ao de uma só resistência chamada de resistência equivalente.

Nestas circunstâncias a resistência equivalente será obtida a partir da expressão

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (4.15)$$

Generalizando para n resistências eléctricas ligadas em paralelo, o inverso do valor da resistência eléctrica equivalente é dado pela soma dos inversos das resistências que fazem parte do paralelo.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (4.16)$$

4.8. A Mecânica de Fluidos

Pode-se definir um fluido como sendo uma substância que sofre uma deformação quando é submetida a uma força tangencial, por mais pequena que ela seja. A noção de fluido engloba líquidos e gases, e o critério que permite distingui-los reside no grau de compressibilidade: os líquidos são praticamente incompressíveis ao contrário dos gases, que numa mesma condição de pressão apresentam elevada compressibilidade.

Existem algumas propriedades físicas que se devem considerar na mecânica dos fluidos, nomeadamente a massa volúmica, viscosidade e tensão superficial.

4.9. Lei de Poiseuille

Quando a velocidade de um fluido, em qualquer ponto, é constante no tempo, o escoamento é dito estacionário. Assim, cada partícula que passa por um determinado ponto, de uma determinada secção recta, fá-lo sempre com a mesma velocidade. Num outro ponto, as partículas podem passar com outra velocidade, mas aí, também, a velocidade é sempre a mesma. Estas condições podem ser conseguidas em fluidos com baixa velocidade de escoamento.

Consideremos um escoamento de um fluido viscoso através de um tubo cilíndrico, com uma velocidade não muito elevada, de modo que o escoamento seja laminar e estacionário. A camada mais externa, chamada camada limite, adere à parede interior do tubo e tem velocidade nula. A parede exerce sobre esta camada uma força de sentido contrário ao movimento do fluido e ela, por sua vez, exerce uma força de mesmo sentido sobre a camada seguinte, e assim por diante. A camada central tem velocidade máxima. O escoamento do fluido é como o movimento de vários tubos encaixados, cada qual deslizando com velocidade superior à do vizinho externo (uma analogia interessante, que pode ser considerada é, o caso da cana de pesca extensível).

Para averiguar como varia a velocidade das camadas de fluido com o afastamento do centro de um tubo cilíndrico de raio R (não deve ser confundido com a letra R usada para a resistência eléctrica), considere-se um elemento cilíndrico de fluido, de raio r e comprimento L , coaxial com o tubo que escoar por efeito de uma diferença de pressão $\Delta p = p_1 - p_2$. A força que impulsiona o movimento do fluido tem módulo F e é igual a $\Delta p \pi r^2$ (ou seja o produto da diferença de pressão entre duas secções 1 e 2 pela área da secção recta do elemento de fluido).

Esta força que é proporcional à secção do cilindro de líquido, deve estar em equilíbrio com a força tangencial que actua na superfície lateral do elemento cilíndrico, segundo o movimento do líquido, com área $A = 2\pi rL$.

A literatura da especialidade, nomeadamente Massey (1984) e Kay e Neddermand (1985), mostra que na situação em estudo, a tensão de corte (quociente entre a força tangencial, segundo o movimento das camadas de líquido, e a área de contacto) é proporcional ao gradiente de velocidade.

Considerando uma única direcção, a expressão será

$$\tau = \mu \frac{dv}{dr} \quad (4.17)$$

em que μ representa a viscosidade dinâmica do líquido.

A expressão (4.17) pode ser reescrita na forma

$$\frac{\Delta p \pi r^2}{2\pi rL} = \mu \frac{dv}{dr} \quad (4.18)$$

ou seja

$$dv = \left(\frac{\Delta p}{2\mu L} \right) r dr \quad (4.19)$$

Se a expressão (4.19) for integrada desde um raio r considerado de genérico e correspondente a uma camada de fluido com uma velocidade v , até ao raio R do tubo, correspondente a uma camada de fluido com velocidade nula, obtém-se

$$v(r) = \frac{1}{4\mu} \left(\frac{\Delta p}{L} \right) (R^2 - r^2) \quad (4.20)$$

Assim, facilmente se conclui que a velocidade de uma dada camada cilíndrica do fluido é directamente proporcional ao gradiente de pressão $\frac{\Delta p}{L}$ e inversamente proporcional ao coeficiente de viscosidade dinâmica μ .

A velocidade das partículas do fluido será máxima quando $r = 0$ (no centro do tubo), e diminui até zero em $r = R$ (na parede).

Considere-se agora uma camada cilíndrica de fluido, com raio interno r e raio externo $r + dr$, que se move com velocidade v . No intervalo de tempo dt , o volume de fluido que atravessa uma secção recta do tubo é

$$dV = (vdt)(dA) \quad (4.21)$$

onde $dA = 2\pi r dr$ é a área dum elemento de fluido e vdt indica uma distância percorrida pela frente do fluido num instante dt . Se a expressão (4.20) for introduzida na expressão (4.21), obtém-se

$$dV = \frac{1}{4\mu} \left(\frac{\Delta p}{L} \right) (R^2 - r^2) (2\pi r dr) dt \quad (4.22)$$

O volume de fluido que escoar através de toda secção recta do tubo de raio R durante o intervalo de tempo dt é obtido pela integração da expressão (4.22), desde $r = 0$ até $r = R$. Assim sendo,

$$dV = \frac{\pi}{2\mu} \left(\frac{\Delta p}{L} \right) \left[\int_0^R (R^2 - r^2) r dr \right] dt \quad (4.23)$$

O caudal Q , que é medido pelo volume de fluido que passa através de uma secção recta do tubo por unidade de tempo, é facilmente determinado usando

$$Q = \frac{dV}{dt} \quad (4.24)$$

O valor do caudal pode então ser obtido quando na expressão (4.24) se introduz a expressão (4.23). A manipulação matemática permite obter finalmente

$$Q = \left(\frac{\pi R^4}{8\mu} \right) \left(\frac{\Delta p}{L} \right) \quad (4.25)$$

A expressão (4.25) é conhecida como equação de Poiseuille. Note-se que o caudal é directamente proporcional: ao gradiente de pressão sobre o fluido medido entre duas secções rectas; à quarta potência do raio do tubo usado, e inversamente proporcional à viscosidade dinâmica. A expressão (4.25) pode ser reescrita na forma

$$\Delta p = \left(\frac{8\mu L}{\pi R^4} \right) Q \quad (4.26)$$

ou

$$\Delta p = R_{esc} Q \quad (4.27)$$

em que R_{esc} representa a resistência ao escoamento, determinada por

$$R_{esc} = \frac{8\mu L}{\pi R^4} \quad (4.28)$$

4.10. Analogia usada entre o circuito eléctrico simples e o circuito de água

Considere-se a expressão

$$U = RI \quad (4.04)$$

e a expressão

$$\Delta p = R_{esc} Q \quad (4.27)$$

Para a efectivação da analogia, a ser usada nas actividades experimentais, a diferença de potencial é substituída pela diferença de pressão, a resistência eléctrica pela resistência ao escoamento e a intensidade de corrente pelo caudal do fluido.

Como é sabido é necessário ter algum cuidado quando se usam analogias. Nestes termos, nesta dissertação, serão considerados os limites de validade da analogia apresentada.

Tabela 4.3: Similaridades entre grandezas dos dois sistemas análogos

Lei de Ohm	Lei de Poiseuille
Diferença de potencial	Diferença de pressão
Resistência eléctrica	Resistência ao escoamento
Corrente eléctrica	Caudal do fluido

CAPÍTULO 5

Actividades Experimentais

CAPÍTULO 5 – Actividades Experimentais

5.1. Introdução

Entendemos que, no mundo actual, é preciso ajudar o aluno a construir uma visão da Física, de tal maneira que ele seja capaz de “compreender, intervir e participar da realidade”, não se limitando à memorização de fórmulas e resolução mecânica de exercícios. É nesse sentido, que enfatizamos a necessidade do professor oferecer aos alunos situações que mostrem a Física “interessante” e presente no quotidiano deles, permitindo, assim, a construção de saberes.

A aprendizagem da Física é dificultada pelos seus conceitos, muitas vezes abstractos. Sendo a sua abordagem meramente descritiva, o aluno pode não conseguir visualizar mentalmente fenómenos que o professor descreve oralmente. Neste caso as experiências reais, com a participação e intervenção dos alunos podem gerar resultados que o professor não conseguiria utilizando apenas figuras estáticas desenhadas no quadro, ou mostradas no projector de vídeo.

A experiência profissional adquirida pela autora, ao longo dos anos de leccionação vivenciou a dificuldade que o aluno sente em entender um fenómeno que não está visível a olho nu, a corrente eléctrica, suscitou a ideia em levar a cabo a realização de uma actividade baseada em analogias para estudar um circuito eléctrico simples.

Esta ideia está em concordância com Lopes (2004), segundo o qual os alunos são da opinião que a Física, tal como é ensinada nas aulas não está ligada ao dia-a-dia, recorre demasiado a fórmulas, utiliza situações pouco reais, utiliza problemas que são de uma qualidade totalmente diferente da qualidade dos problemas do mundo real e não recorre a experiências, o que seria interessante e facilitaria a tarefa de aprender.

Também é fundamental a ilustração dos conteúdos que se ensinam com situações correntes ou simplesmente a sua aplicação a situações interessantes

com explicação física acessível, onde a ligação da ciência a contextos do dia-a-dia não só motiva os alunos como facilita a compreensão de muitas ideias científicas, facilitando a transferência de conhecimentos para outros contextos. Desta forma o ensino dos conteúdos deve ter uma ligação directa com contextos reais.

Tendo por base o exposto e numa tentativa de aproximar o ensino da Física às expectativas dos professores e alunos, e contribuir para uma relação mais estreita entre o ensino e a aprendizagem, foram planeadas, desenvolvidas e validadas algumas actividades práticas, cujo objectivo primordial consiste no desenvolvimento do espírito crítico do aluno perante novas situações e análise qualitativa dos fenómenos ocorridos.

5.2. Apresentação das actividades desenvolvidas

Pretende-se levar a cabo o estudo da Lei de Ohm no circuito eléctrico, realizando uma actividade didáctica, seguindo os passos propostos no modelo **Teaching With Analogies** (TWA) (Glynn, 1991, Harrison e Treagust, 1993). Os estudos efectuados referem que o uso de analogia é uma estratégia com relevo no ensino, pois recorre-se do conhecimento de algo conhecido pelo aluno para facilitar a compreensão de novos conceitos, em vez de serem decorados como nas aulas expositivas.

Para estudar a lei fundamental do circuito eléctrico, vamos investigar se fazendo a analogia com o circuito da água os resultados são aceites.

Tal como já foi referido na revisão da literatura, segundo o modelo **Teaching With Analogies**, proposto por (Glynn, 1991) e modificado por Harrison e Treagust (1993), a utilização de analogias como recurso de aprendizagem deve ser feita com base em seis passos:

- 1 – Introduzir o conceito alvo;*
- 2 – Sugerir as informações do conceito análogo;*
- 3 – Identificar as características relevantes do alvo e o análogo;*
- 4 – Estabelecer as similaridades entre o análogo e o alvo;*

5 – Indicar as limitações do conceito análogo;

6 – Retirar conclusões.

Ao aplicar o modelo às nossas actividades experimentais, dar-se-á atenção aos seguintes passos:

1 – Introduzir o conceito de circuito eléctrico simples;

2 – Sugerir informações do conceito do circuito da água de uma casa;

3 – Identificar as características relevantes do circuito eléctrico simples e do circuito da água;

4 – Comparar as características do circuito da água e do circuito eléctrico simples, através de uma interpretação física;

5 – Indicar limitações da analogia usada;

6 – Retirar conclusões dos resultados obtidos para o circuito eléctrico e circuito da água.

Para introduzir o conceito de circuito eléctrico simples (como um primeiro contacto com a existência dos fenómenos eléctricos, suas grandezas e características), podem ser montados circuitos simples com diferentes configurações, de modo a ser possível observar o aumento ou a diminuição do brilho de lâmpada(s) ligada(s) ao circuito e relacionar-se a variação do brilho à tensão da fonte (uma ou duas pilhas ligadas em série) ou ao tipo de associação das lâmpadas (em série ou em paralelo). Com esta actividade o aluno fica com a noção que algo faz a lâmpada dar brilho, ou seja, que a lâmpada está sujeita à passagem de uma corrente eléctrica.

Numa primeira fase variou-se o número de pilhas. Para tal, monta-se um circuito com apenas uma pilha (1,5 V) e uma lâmpada, onde o aluno pode observar o efeito luminoso da corrente eléctrica através de um circuito fechado, contendo um gerador, um receptor e os fios condutores. Utilizando duas pilhas o aluno pode verificar que o brilho da lâmpada aumenta, como ilustra a Figura 5.1.



Figura 5.1: Efeito da tensão da pilha (1,5V e 3,0V) no brilho da lâmpada

Seguidamente faz-se uma variação quanto ao número e disposição das lâmpadas. Tomando por referência o brilho da lâmpada com duas pilhas (3 V), pode-se observar na Figura 5.2, o brilho das lâmpadas numa associação em série e paralelo.

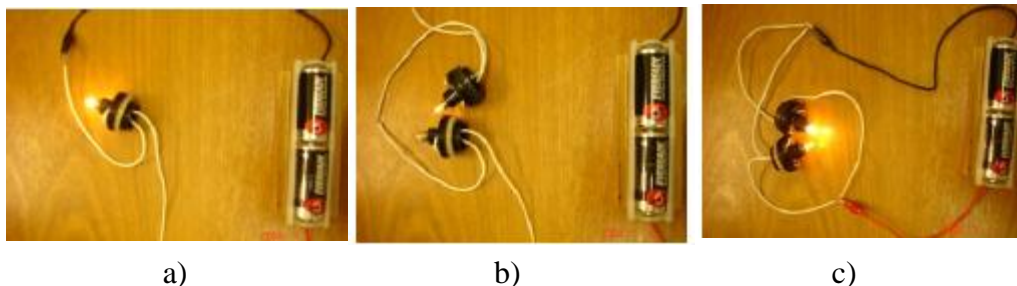


Figura 5.2: (a) brilho de uma lâmpada ligada a duas pilhas (3V) utilizado como referência; (b) e (c) brilho de duas lâmpadas ligadas em série e em paralelo, respectivamente

Com esta primeira abordagem o aluno observa a existência dos fenómenos eléctricos, nomeadamente a passagem da corrente eléctrica, pois algo faz com que a lâmpada acenda de maneiras diferentes em condições diversas.

Num segundo passo, sugere-se que o aluno relembre o circuito de água de uma casa, o princípio dos vasos comunicantes ou outros conceitos já sobejamente conhecidos sobre a água, de modo a, num terceiro passo possa, identificar aspectos relevantes no circuito eléctrico, como por exemplo, fios e bateria e no circuito de água, como por exemplo tubos e passadores reguláveis de água.

Seguidamente, num quarto passo pode ser feita a comparação das características de um circuito de água em relação às características de um circuito eléctrico, como se exemplifica na Tabela 5.1

Tabela 2.1: Analogia das características do circuito de água e circuito eléctrico

Circuito da Água	Circuito Eléctrico
água	electricidade
caudal de água	corrente eléctrica
tubos	fios
bomba	bateria
pressão	tensão
filtro	mau condutor
resistência ao escoamento	resistência eléctrica

As analogias podem apresentar pontos fracos, sendo por isso fundamental estabelecer limitações. Por exemplo, que diferenças podem ser encontradas entre um circuito eléctrico e um circuito da água, quando tubos e fios são cortados? Ou seja, quando tubos são cortados a água jorra para fora e o que acontece quando se cortam os fios eléctricos? A verdade é que, se tocarmos num fio cortado e sendo o nosso corpo considerado um condutor, há passagem de corrente eléctrica para a terra.

Depois de realizadas todas as experiências, deveremos ser capazes de retirar conclusões sobre os resultados obtidos no circuito eléctrico e no circuito da água e avaliar a vantagem e limitação da analogia usada.

5.3. Actividade experimental com o circuito eléctrico simples

Para estudar o circuito eléctrico e as grandezas nele intervenientes foi esquematizado o circuito eléctrico indicado na Figura 5.3, utilizando um gerador de tensões com acesso a duas fontes de tensão independentes, variáveis entre 0

a 30V cada uma, vários aparelhos de medida (multímetros), várias resistências (100 Ω , 39 Ω e 22 Ω) e diversos condutores.

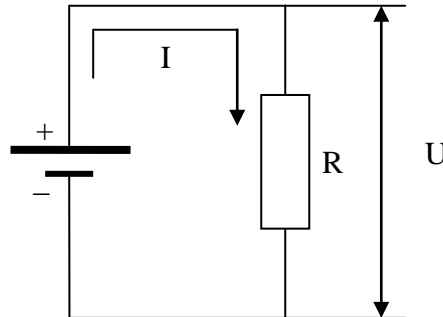


Figura 5.3: Circuito simples

A Figura 5.4 mostra a fonte de tensão usada nas actividades experimentais



Figura 5.4: Fonte de tensão utilizada na montagem do circuito simples

Iniciou-se a montagem com uma resistência $R = 39\Omega \pm 10\%$, ligada à fonte de tensão (gerador) como ilustra a Figura 5.5.

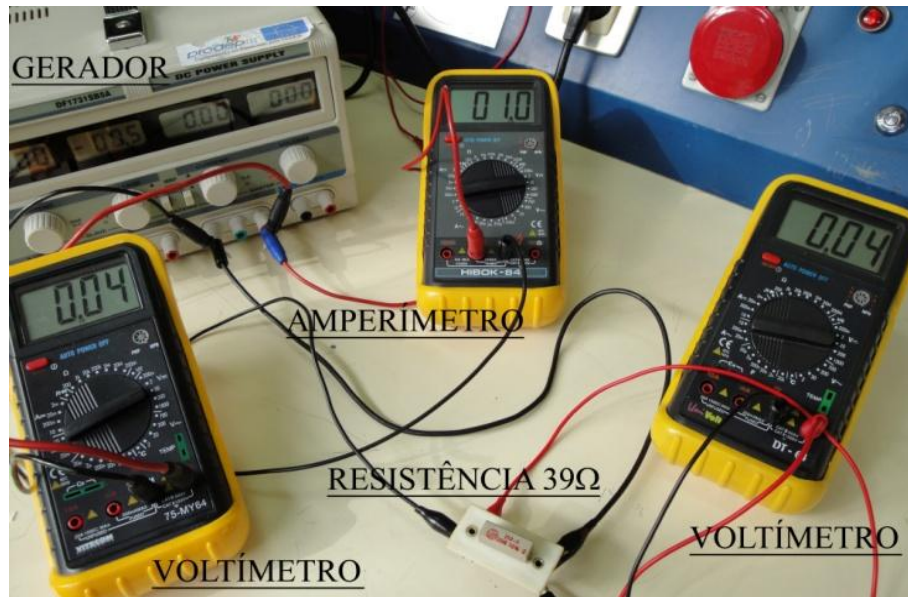


Figura 5.5: Circuito simples com $R = 39\Omega \pm 10\%$,

O valor da resistência foi medido antes de a introduzir no circuito através de um ohmímetro e a leitura foi de $R = 39,2\Omega$, como mostra a Figura 5.6, valor que se encontra dentro dos valores esperados (entre $35,1\Omega$ e $42,9\Omega$).

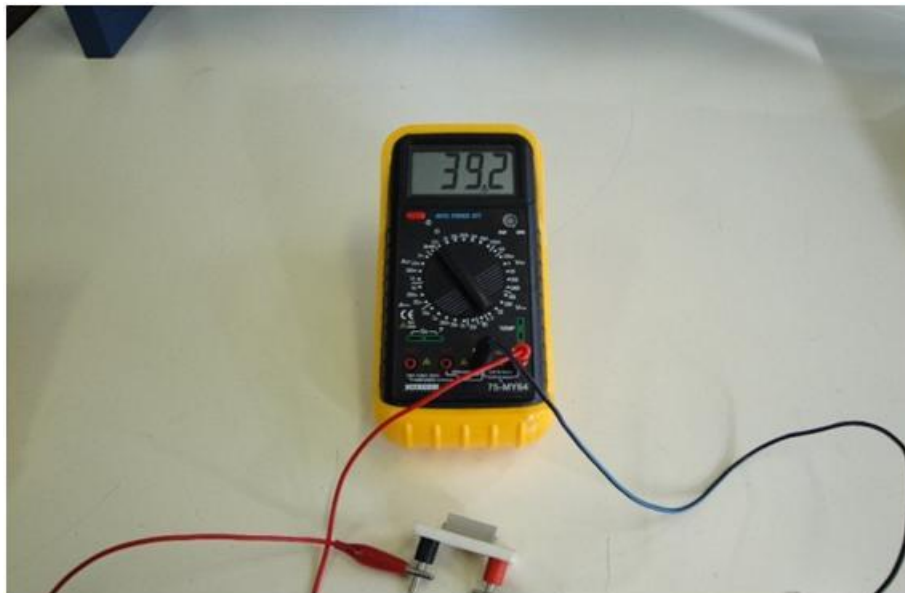


Figura 5.6: Leitura do Ohmímetro da resistência usada

Depois da montagem do circuito eléctrico simples, variou-se a diferença de potencial, usando o botão da fonte de tensão (3 ou 4) como se indica na Figura

5.4, e criou-se a Tabela 5.2. Na prática, para cada valor de U corresponde um valor de I , indicado no amperímetro, ligado em série.

A presença de dois voltímetros colocados em paralelo na experiência, serve para mostrar que a diferença de potencial da fonte é igual à diferença de potencial na resistência. Os valores de U e I indicados na Tabela 5.2 permitem obter o valor da resistência eléctrica por aplicação da lei de ohm, dada pela expressão (4.03).

Tabela 5.2: Registo de valores obtidos

U (V)	I (mA)	$R = \frac{U}{I}$ (Ω)
0,41	10,60	38,68
0,66	17,10	38,60
0,80	20,70	38,65
1,05	27,20	38,60
1,37	35,50	38,59
1,73	44,70	38,70
1,93	50,10	38,52
2,45	63,60	38,52
2,93	76,00	38,55
3,77	97,30	38,75
4,63	119,80	38,65
5,29	136,60	38,73
6,15	158,80	38,73
6,88	177,50	38,76
Média de R =		38,65

Uma alternativa para avaliar o valor da resistência eléctrica é através da utilização de um gráfico. De facto a expressão $U = RI$ pode ser identificada como uma equação de recta de ordenada nula. Nestes termos U deve ser identificado como ordenada, I como abcissa e R como m (declive da recta).

Escolhendo a escala adequada os dados registados são indicados na Figura 5.7.

A figura 5.7 mostra círculos de cor vermelha que representam os dados experimentais obtidos e indicados na Tabela 5.2, e a recta de ajuste de cor vermelha, com um declive de $38,4\Omega$ e um coeficiente de correlação de 0,991.

O valor encontrado está em concordância com os resultados obtidos analiticamente e através da medição usando um ohmímetro.

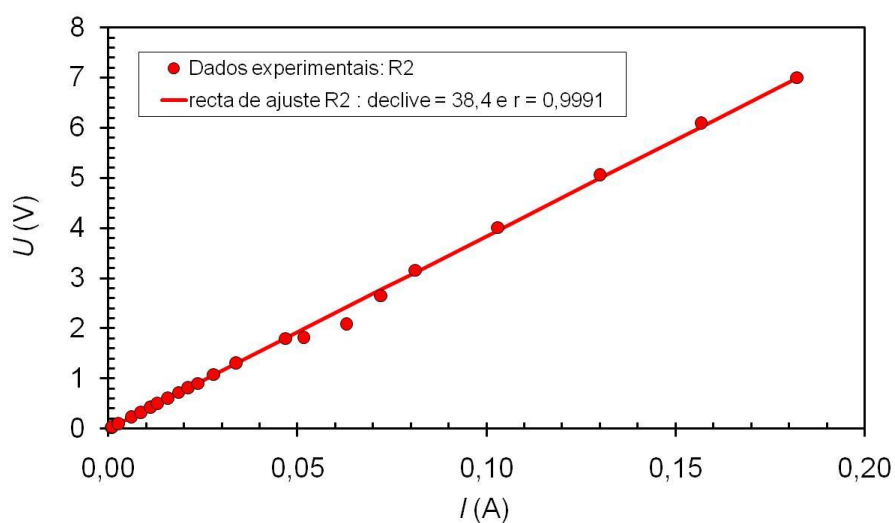


Figura 5.7: Resistência de 39Ω : dados experimentais

Seguidamente repetiu-se o estudo para outros valores de resistências, nomeadamente de 100Ω e 22Ω , e podemos confirmar que a relação que traduz a Lei de Ohm se verificou em todas elas como se mostra na Figura 5.8

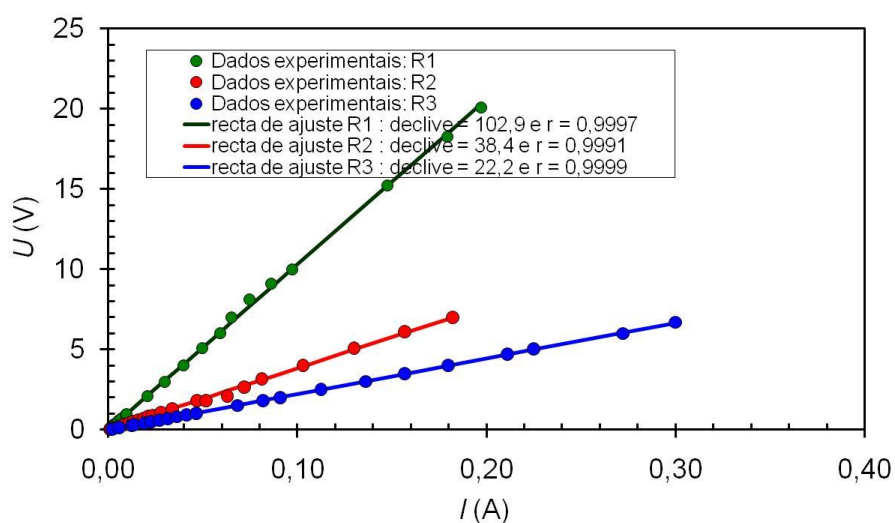


Figura 1.8: Resistências isoladas usadas de: 100Ω ; 39Ω e 22Ω

5.4. Circuito eléctrico com associação em série de resistências

Na associação em série todas as resistências eléctricas são percorridas pela mesma corrente eléctrica. As resistências são ligadas uma a seguir à outra, existindo apenas um caminho para a corrente eléctrica, como se ilustra no esquema da Figura 5.9.

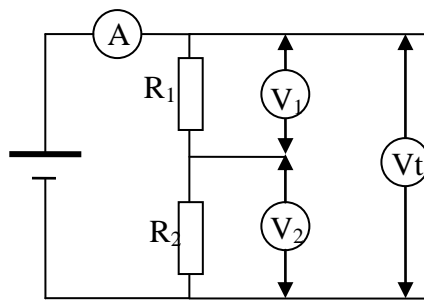


Figura 5.9: Esquema de montagem de duas resistências eléctricas em série

Realizou-se a montagem do circuito, com duas resistências eléctricas iguais e em série, cujo valor de cada resistência foi de $R = 100\Omega \pm 10\%$, e ligadas à fonte de tensão (gerador) como indica a Figura 5.10. O valor da resistência total ou equivalente foi medido antes das duas resistências serem colocadas no circuito usando um ohmímetro. O valor registado pelo ohmímetro foi de $R = 201\Omega$, como se mostra na Figura 5.11. Este valor encontra-se dentro do valor esperado (entre 180Ω e 220Ω).

O efeito no circuito pela presença destas duas resistências em série é equivalente ao de uma só resistência chamada de resistência equivalente e de 201Ω .



Figura 5.10: Leitura de tensões e corrente num circuito em série



Figura 5.11: Leitura do valor total das resistências em série com o Ohmímetro

Seguindo o mesmo procedimento experimental, realizou-se a montagem em série de duas resistências eléctricas diferentes, respectivamente no valor de $R = 39\Omega \pm 10\%$, e $R = 22\Omega \pm 10\%$.

Os valores registados permitiram a construção do gráfico indicado na Figura 5.12.

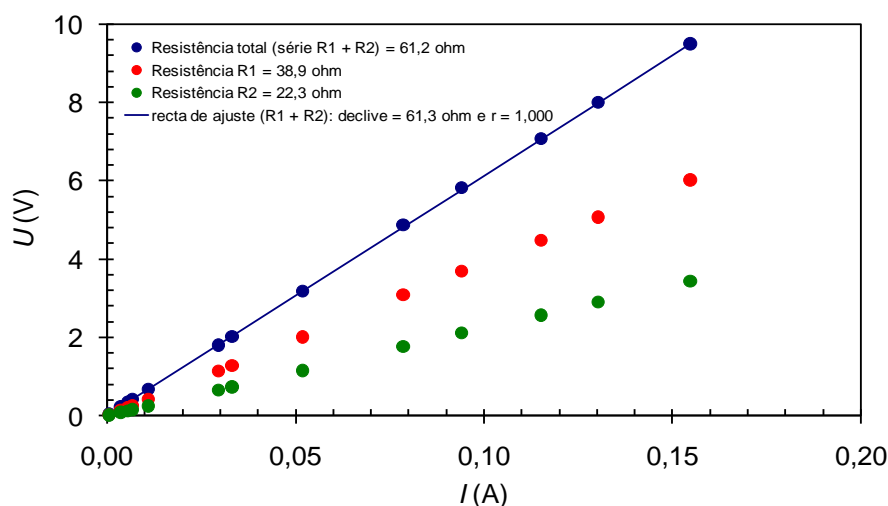


Figura 5.12: Associação em série de duas resistências de valor diferente

Na Figura 5.12, os circuitos de cor verde são dados experimentais obtidos para a resistência de 22Ω , os círculos de cor vermelha são dados experimentais obtidos para a resistência de 39Ω e os círculos de cor azul são dados experimentais obtidos para a resistência equivalente (associação em série) e a linha de ajuste de cor azul indica que o declive da resistência equivalente obtida foi de $61,3\Omega$ com um coeficiente de correlação unitário. De notar que o valor encontrado está em excelente concordância com o valor de $61,2\Omega$ medido pelo ohmímetro.

5.5. Circuito com associação em paralelo de resistências

Na associação de resistências em paralelo, quando são usadas duas resistências, estas são ligadas de maneira a cada uma receber a mesma diferença de tensão, como se ilustra na Figura 5.13. Nesta associação existem dois ou mais caminhos para a intensidade da corrente eléctrica, e desta maneira, as resistências, no geral, não são percorridos pela mesma intensidade de corrente eléctrica.

Na actividade experimental foram usadas duas resistências iguais de $100\Omega \pm 10\%$ cada uma.

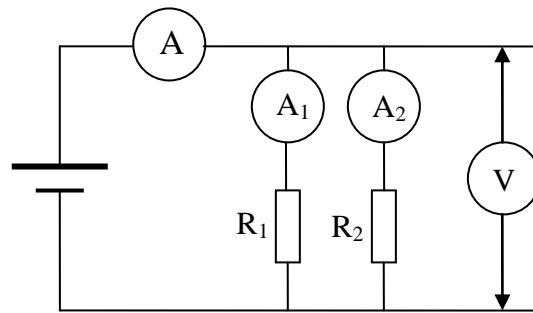


Figura 5.13: Esquema de montagem de duas resistências eléctricas em paralelo

Dada a tolerância exibida pelas resistências esperamos obter um valor entre 90Ω e 110Ω , para cada uma e um valor entre 45Ω e 55Ω na resistência total.

Assim, antes de ligarmos a associação dos receptores ao circuito foram medidas as resistências parciais e a equivalente com um multímetro funcionando como Ohmímetro. Os valores obtidos foram de $R_1 = 99,4\Omega$ e $R_2 = 98,9\Omega$ para as resistências parciais e para a resistência equivalente registou-se o valor de $49,6\Omega$,

Para o procedimento experimental variou-se a diferença de potencial, usando o botão da fonte de tensão (3 ou 4), como se indica na Figura 5.4, e obtiveram-se valores de I total e parciais, bem como o correspondente valor de U , indicado no voltímetro, como se indica na Figura 5.14.

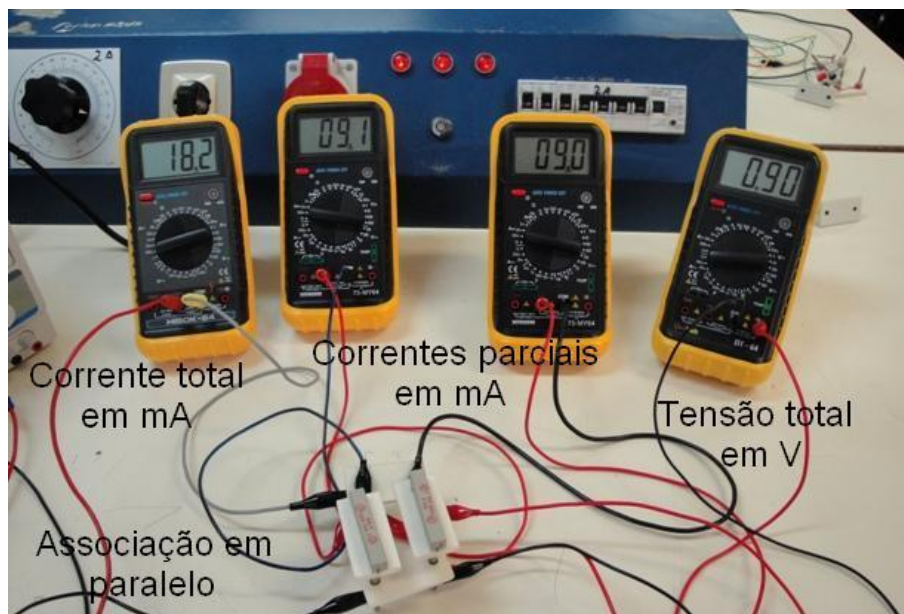


Figura 5.14: Leitura de tensões e corrente num circuito em paralelo

Os valores registados em tabela, permitiram a construção do gráfico indicado na Figura 5.15, em que os círculos de cor amarela representam valores para a resistência R_1 e os triângulos de cor azul representam valores para a resistência R_2 . Os círculos de cor vermelha, indicam valores para a resistência equivalente (associação em paralelo) e a linha de ajuste de cor vermelha mostra um declive ou resistência equivalente de 49.6Ω e um coeficiente de correlação unitário. É de notar o excelente acordo dos resultados obtidos o que valida a lei de ohm.

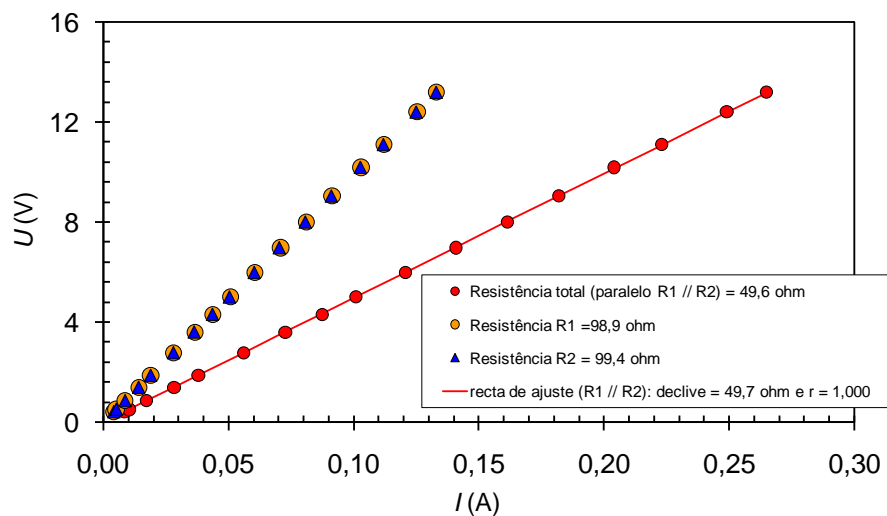


Figura 5.15: Exemplo duma associação em paralelo de duas resistências

Foi também realizada uma actividade em que no circuito foram usadas duas resistências eléctricas diferentes, respectivamente no valor de $R = 39\Omega \pm 10\%$ e $R = 100\Omega \pm 10\%$.

Os resultados obtidos estão indicados na Figura 5.16

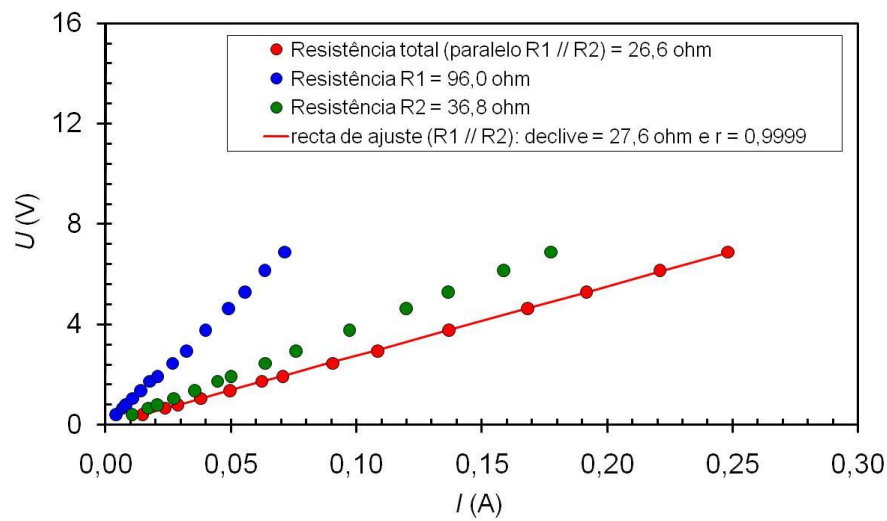


Figura 5.16: Exemplo duma associação em série de duas resistências diferentes

A observação visual da Figura 5.16 mostra círculos a cheio de cor azul que representam a resistência R_1 , círculos a cheio de cor verde que representam a resistência R_2 , círculos a cheio de cor vermelha que representam a resistência equivalente (devido à associação em paralelo) e uma linha de ajuste de cor vermelha com um declive ou resistência equivalente igual a 27,6Ω.

A análise de valores mostra a aplicabilidade da lei de ohm dentro da incerteza das tolerâncias das resistências.

Adicionalmente o valor de cada resistência eléctrica isolada podia ser obtida usando o código de cores.

5.4. Actividade experimental com circuito da água

Sendo o nosso objectivo estudar o circuito eléctrico simples a partir de uma analogia com o circuito da água, foram realizadas diferentes actividades, usando equipamento simples como se mostra na Figura 5.17.

Foram usados um reservatório cilíndrico transparente que contém água, vários tubos capilares de diferentes comprimentos e diâmetros, diferentes provetas graduadas, fita métrica e um cronómetro.

De modo a permitir uma melhor visualização e medição da coluna de água, ou seja, diferença de nível ou de altura, usou-se um corante de cor vermelha na água.



Figura 5.17: Montagem do circuito da água

Procurou-se através da experimentação compreender as similaridades do circuito eléctrico simples com o circuito da água. Para o efeito, na água, usou-se a lei de Poiseuille que é aplicada para tubos capilares, dentro de certa limitação, devido a imporem ao escoamento do líquido uma resistência ao escoamento elevada. As expressões

$$\Delta p = R_{esc} Q \quad (4.27)$$

com

$$R_{esc} = \frac{8\pi L}{R^4} \quad (4.28)$$

foram usadas.

Para a efectivação da analogia entre a Lei de Poiseuille e a Lei de Ohm considerou-se que, a diferença de pressão Δp corresponde à diferença de potencial U , o caudal Q à intensidade de corrente eléctrica I e a resistência ao escoamento R_{esc} à resistência eléctrica R (não confundir com R , que também foi indicado para o raio do tubo).

Por aplicação da expressão (4.27), o valor da resistência ao escoamento é determinado pelo quociente entre a diferença de pressão e o correspondente caudal dado por

$$R_{esc} = \frac{\Delta p}{Q} \quad (5.01)$$

A diferença de pressão Δp é determinada a partir da utilização do princípio da hidrostática, a saber

$$\Delta p = \rho g \Delta h \quad (5.02)$$

em que ρ representa a massa volúmica do líquido, g a aceleração da gravidade e Δh o desnível ou altura entre níveis de água (entre a superfície livre da água no interior do reservatório e saída do tubo capilar).

O caudal Q é calculado através da fórmula

$$Q = \frac{V}{\Delta t} \quad (5.03)$$

onde V representa o volume de água que é recolhido numa proveta graduada durante um determinado tempo Δt . O tempo é avaliado usando um cronómetro digital.

As diferentes alturas a que se encontra a superfície livre da água no reservatório, em face da saída da água no tubo capilar representam diferentes valores de pressão Δp .

O caudal de líquido é obtido pelo quociente entre o volume de líquido recolhido numa proveta e o tempo dessa colheita.

Fazendo variar o valor de Δh é possível obter diferentes valores de caudal para o mesmo tubo. Usando tubos com diferentes diâmetros, podem ser feitas várias medições de caudal, para vários valores de altura. Para cada Δh devem ser registados pelo menos 3 ensaios de modo a diminuir eventuais incertezas. Os valores médios permitem que seja determinada a resistência ao escoamento, através de

$$R_{esc} = \frac{\Delta p}{Q} \quad (5.01)$$

Uma alternativa para avaliar a resistência ao escoamento é através da utilização de um gráfico. A ordenada deve ser identificada pela variação de pressão Δp e a abcissa pelo caudal Q .

Para a avaliação da aplicação da lei de Ohm usam-se tubos capilares de diferentes diâmetros internos e diferentes comprimentos.

A Figura 5.18, mostra o resultado obtido para experiências realizadas com a água.

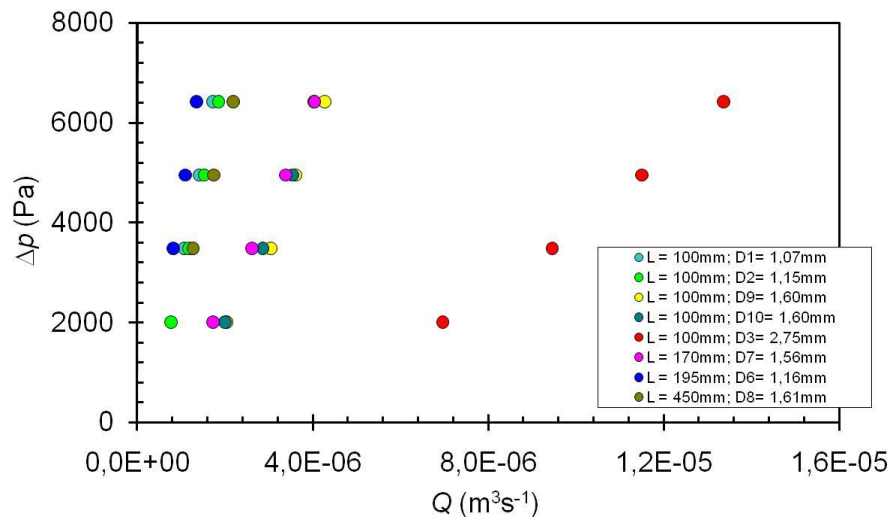


Figura 5.18: líquido: água; viscosidade 10^{-3} Pa.s

A análise de resultados obtidos mostrou que para os tubos capilares isolados apenas o D1 e D2 permitiram aplicar a lei de Ohm, ou seja, o quociente entre a diferença de pressão e o caudal era constante. Os diâmetros internos de D1 e D2 são 1,07mm e 1,15mm, respectivamente.

De salientar que nesta análise, o ponto de coordenadas (0,0) tem significado físico.

Fizeram-se experiências considerando uma associação em série e em paralelo para diferentes tubos. Os resultados obtidos mostraram que a associação em série do D1 e D2, mantinha válida a analogia com a lei de Ohm e a associação em série de D1 com D10 ou D2 com D10 também mostrou ser aplicável.

De salientar que isoladamente o D10 não cumpria a analogia com a lei de Ohm. O diâmetro interno de D10 é de 1,60mm.

A associação em paralelo de D1 e D2 como seria esperado, tornou a analogia com a lei de Ohm não aplicável. Assim, muito menos seria aplicável para uma associação em paralelo, por exemplo de D1 com D10 ou D2 com D10.

A Figura 5.19 mostra em gráfico os resultados obtidos para as situações descritas anteriormente.

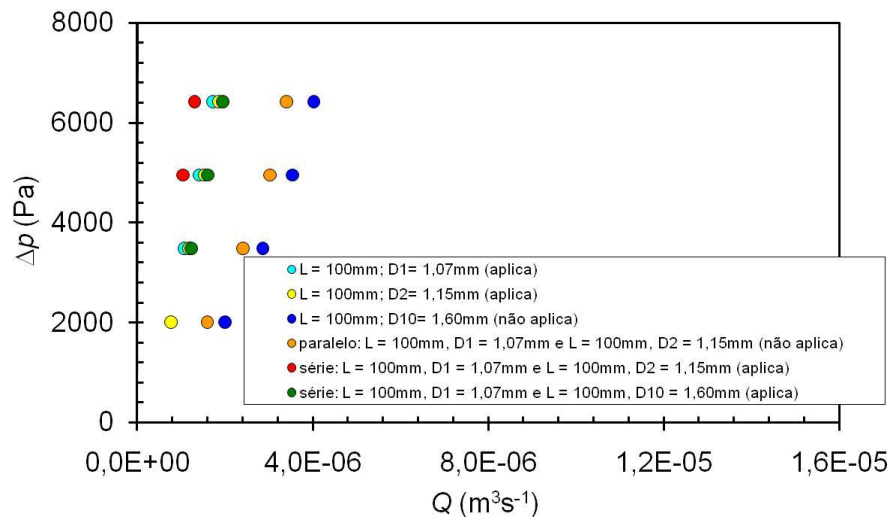


Figura 5.19: líquido: água; viscosidade 10^{-3} Pa.s (ensaios em série e paralelo)

A Figura 5.20 é muito interessante pois mostra os dados experimentais obtidos os tubos D1, D2 e D10 e as respectivas rectas de ajuste com declive e sua incerteza. Inequivocamente o D10 não permite a utilização da lei de Ohm para as alturas adoptadas neste estudo. Salienta-se que os tubos usados tinham o mesmo comprimento $L = 100\text{mm}$ e apenas se variou o diâmetro interno.

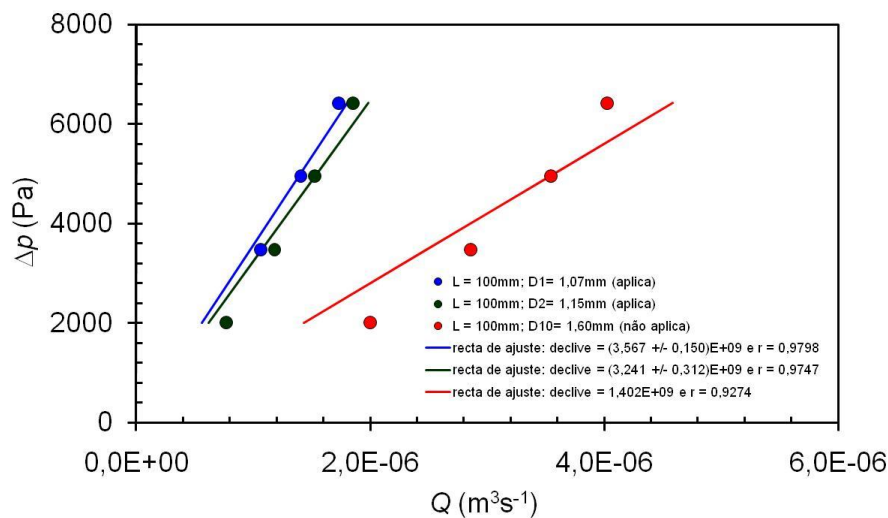


Figura 5.20: Estudo comparativo com rectas de ajuste

5.5. Actividade experimental com circuito usando uma mistura de água e glicerina

É sabido que a água é considerada um líquido não viscoso. Assim, através das definições de resistência eléctrica e resistência ao escoamento, alterou-se para o mesmo comprimento do tubo capilar a viscosidade do líquido.

Nestes termos adicionaremos um pequeno volume de glicerina pura de modo a obter um líquido cuja viscosidade fosse superior à da água, mas não muito superior. A análise de resultados mostrou que a viscosidade dinâmica deste novo líquido era de 6×10^{-3} Pa.s.

A Figura 5.21 mostra os resultados obtidos. Os tubos D10 e D9 com um diâmetro interno de 1,60mm, permitem agora aplicar a analogia com a lei de Ohm, conforme se mostra na figura. Contudo o tubo D3 com um diâmetro interno de 2,75mm registou dados que violam a utilização da analogia.

Agora na associação em série dos tubos D3 e D9 e dos tubos D9 e D10 chega-se à conclusão que a analogia é válida, sendo este facto devido essencialmente por se ter aumentado a viscosidade do líquido.

A associação em paralelo dos tubos capilares D3 e D9 viola a analogia enquanto que a associação em paralelo de D9 e D10 cumpre a validade da analogia com a lei de Ohm.

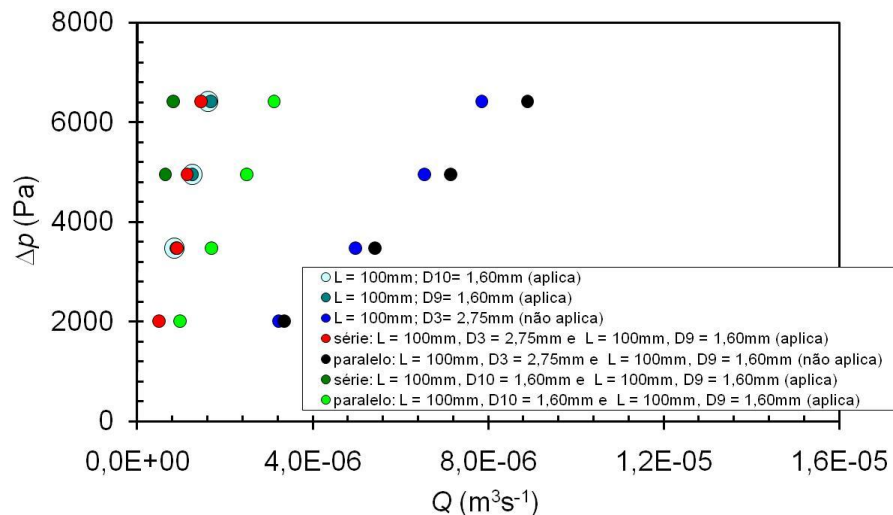


Figura 5.21: Líquido: mistura de água e glicerina; viscosidade $6 \times 10^{-3} \text{Pa.s}$ (ensaios em série e paralelo)

Resumindo, a utilização da analogia considerada entre um circuito eléctrico simples e um circuito de água ou outro líquido de maior viscosidade que a água, deve ser usada com alguma prudência. Antes da utilização da analogia em contexto de actividade experimental de sala de aula, o profissional de ensino deve testar a validade dos comprimentos e diâmetros dos tubos capilares, as alturas (desnível) do líquido e as propriedades do líquido, nomeadamente a viscosidade dinâmica.

Somos de opinião que um desnível de líquido inferior a 40cm e tubos com diâmetro interno inferior a 1,2mm e um comprimento de 100mm é uma boa solução.

CAPÍTULO 6

APRESENTAÇÃO DA OFICINA PEDAGÓGICA E ANÁLISE DE RESULTADOS

CAPÍTULO 6 – Oficina Pedagógica sobre o uso das analogias no Ensino das Ciências – o caso dos circuitos eléctricos simples

6.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se apresentar a planificação, a descrição do documento orientador, a realização e a avaliação da Oficina Pedagógica, em sequência da unidade didáctica seleccionada, para cumprimento de um dos objectivos a que nos propusemos no início desta dissertação

6.2. Planificação da Oficina Pedagógica

A preocupação em tentar melhorar o processo de ensino e de aprendizagem é primordial para o profissional de ensino e o uso de analogias devidamente contextualizadas com o dia-a-dia dos alunos pode ajudar a entender melhor certos fenómenos físicos mais abstractos, contribuindo assim para um melhor ensino e mais sucesso na aprendizagem.

Para atingir a excelência do ensino é essencial a formação de professores com vista ao alargamento das suas práticas lectivas. Neste sentido, parece-nos que esta Oficina Pedagógica possa ser um valioso contributo para os professores que procuram novas linhas orientadoras para diversificar o seu processo ensino e aprendizagem e contribuir para uma escola melhor.

Os modelos analógicos são um recurso didáctico de bastante relevo no Ensino das Ciências, particularmente no ensino e aprendizagem de conceitos abstractos. Esta oficina pretende contribuir para ajudar os professores a organizar e explorar estes recursos, construindo visões mais fundamentadas e críticas.

Para a concretização desta Oficina foi elaborada uma planificação, que se apresenta no Anexo 1, onde se descrevem as características da Oficina Pedagógica, nomeadamente o tempo de duração, objectivos, competências, recursos utilizados e destinatários. São também descritas as actividades experimentais a desenvolver.

6.3. Construção do Guião de apoio ao professor

Com o objectivo de orientar e apoiar os professores a concretizar as actividades experimentais da Oficina Pedagógica, foi elaborado um guião que se apresenta no Anexo 2.

Neste documento orientador que constituiu o fio condutor das actividades experimentais, procurou fazer-se um enquadramento teórico inicial com uma fundamentação científica dos conteúdos relacionados com o estudo do circuito eléctrico e do circuito da água, de forma a permitir aos professores maior segurança e rigor na abordagem desses conteúdos.

Finalmente, fez-se uma descrição dos procedimentos para a realização das actividades experimentais relacionadas com o tema em estudo.

6.4. Construção dos instrumentos de recolha de dados

Com o objectivo de conhecer a opinião dos professores sobre as potencialidades do uso da analogia do circuito da água com o circuito eléctrico no ensino e aprendizagem do tema “Circuitos Eléctricos” e da implementação de uma metodologia de ensino enriquecida com analogias em contexto de sala de aula, foi elaborado um questionário, que se apresenta no Anexo 3.

Com base na classificação utilizada por Pardal e Correia (1995), as perguntas incluídas no questionário são do tipo: perguntas de facto (relativas a assuntos concretos), perguntas de opinião (dizem respeito a opiniões) e

perguntas de acção (relativas a uma acção realizada, com o envolvimento na discussão de temas actuais e na execução de tarefas).

A Tabela 6.1 resume o tipo, a modalidade e os objectivos que estiveram presentes na base da construção de cada uma das questões.

Tabela 6.1: Tipo, modalidade e os objectivos das questões do questionário do Anexo 3

Dimensão	Questão	Tipo	Modalidade	Objectivos
Dados Pessoais	1	De facto	Aberta	Conhecer o Género
	2			Conhecer a Formação Académica
	3			Conhecer o tempo de leccionação
	4			Identificar o grupo disciplinar
	5			Conhecer o número de participações em Formações
Potencialidades do uso da analogia do circuito da água com o circuito eléctrico	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	De Opinião	Aberta	Conhecer a importância das analogias no processo de ensino e aprendizagem em contexto de sala de aula

Para fazer a avaliação da Oficina Pedagógica foi elaborado um questionário que se mostra no Anexo 4. A Tabela 6.2 resume o tipo, a modalidade e os objectivos que estiveram presentes na base da construção de cada uma das questões

Tabela 6.2: Tipo, modalidade e os objectivos das questões do questionário do Anexo 4

Dimensão	Questão	Tipo	Modalidade	Objectivos
Avaliação da Oficina Pedagógica	1, 2, 3, 4, 5, 6,	Acção	Aberta	Conhecer a importância das actividades experimentais realizadas, no Ensino das Ciências, bem como aspectos relevantes na organização da Oficina Pedagógica

Depois de todos os documentos, devidamente corrigidos e validados, procedeu-se à realização da Oficina Pedagógica.

6.5. Apresentação do funcionamento da Oficina Pedagógica

A Oficina Pedagógica foi realizada numa Escola Secundária, em que previamente foi feito um pedido de autorização à Direcção, que se apresenta no Anexo 3.

A Oficina Pedagógica foi iniciada com uma apresentação sumária dos objectivos do estudo e das actividades experimentais em Power Point, como se mostra no Anexo 4.

Os professores participantes tomaram conhecimento do material a utilizar, nomeadamente a fonte de tensão, aparelhos de medida, resistências eléctricas, fios condutores, reservatório de líquido, tubos capilares, fita métrica, provetas e cronómetros.

Após uma breve leitura do guião de apoio ao professor, os presentes procederam à montagem das actividades experimentais propostas, num ambiente de muita empatia e colaboração.

Como o tema do circuito eléctrico era muito familiar a todos os professores, depressa foram obtidos resultados e assim focalizou-se toda a atenção na analogia a ser abordada e presente na actividade do circuito da água. Na Figura 6.1 vemos uma professora a cronometrar o tempo enquanto recolhe o líquido numa proveta a fim de medir o caudal de saída num tubo capilar isolado e na Figura 6.2 vemos um professor a proceder de igual modo a fim de medir o caudal de uma associação em paralelo de tubos capilares.



Figura 6.1: Uma professora a medir o caudal de um tubo capilar



Figura 6.2: Um professor a medir o caudal de uma associação em paralelo

Depois da recolha dos resultados os professores puderam introduzir os dados num programa informático, preparado para o efeito, e de imediato viam

traduzida a sua leitura por um ponto no gráfico perfeitamente identificado na Figura 6.3 por um triângulo vermelho ou losango amarelo.

De salientar que a observação visual da Figura 6.3, acompanhada e discutida, durante o registo e tratamento de cada par de valores (diferença de pressão e caudal de líquido) permitiu a interpretação física de cada situação.

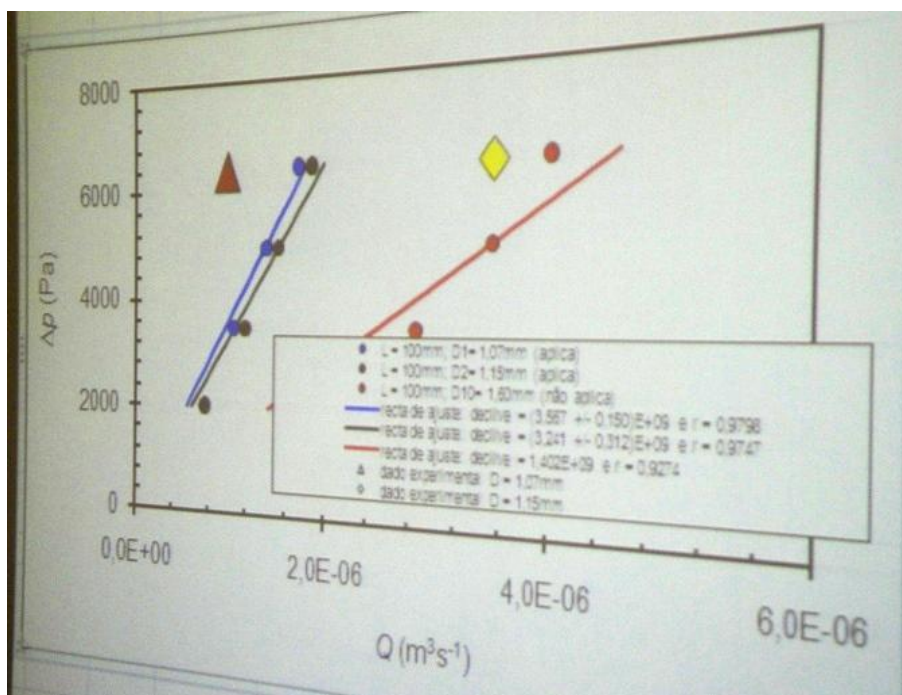


Figura 6.3: Programa informático de apoio ao registo de dados das actividades experimentais

O triângulo vermelho ou losango amarelo tinham a possibilidade de alterar a sua posição relativa no gráfico quando, se alterava a diferença de nível, ou quando se mudava o tubo capilar, ou se introduzia uma associação em série ou em paralelo. A vivência dos presentes nestas alterações, permitiu o enriquecimento, pela sua estimulante participação na interpretação física de cada situação.

Assim, durante a Oficina Pedagógica, houve uma dinâmica de grupo excelente, tendo tido todos os professores presentes uma participação muito activa durante as actividades experimentais. Pode-se afirmar que foi uma exigência dos presentes, a participação na observação e registo de dados, o que animou ainda mais o envolvimento colaborativo dos pares.

Após a conclusão das actividades procedeu-se ao preenchimento dos questionários, que se apresentam nos Anexos 3 e 4, com o objectivo de recolha de informação para analisar a importância que este grupo de professores atribuía à analogia do circuito eléctrico simples com o circuito da água em contexto de sala de aula (Anexo 5) e para avaliar a eficiência da Oficina, de modo a poder ser melhorada no futuro (Anexo 6).

6.6. Apresentação e análise de resultados

De seguida, são apresentados e interpretados os resultados dos questionários aplicados aos professores que participaram nesta Oficina Pedagógica, através duma análise estatística descritiva.

Numa primeira análise no questionário do Anexo 5, pretendeu-se caracterizar o perfil do respondente, através da recolha de diversa informação tal como: o género, a formação académica, participação em congressos e ou simpósios, o grupo disciplinar e os anos de leccionação. Seguidamente, pretendeu-se analisar a importância atribuída ao uso de analogias em contexto de sala de aula, e finalmente no questionário do Anexo 5, pretendeu-se avaliar as actividades desenvolvidas na Oficina Pedagógica.

6.6.1. Caracterização dos participantes

As questões 1, 2, 3, 4 e 5 permitem caracterizar a amostra no que concerne ao género, formação académica, anos de ensino, grupo disciplinar e participações em acções de formação.

A questão 1 mostra que dos professores participantes, em número de 8, 5 são do género masculino, como se pode observar na Figura 6.4 Como curiosidade pode-se informar que estiveram, também, presentes 2 alunos que no final disseram que actividades experimentais deste género, ajudam a compreender os conteúdos leccionados pelos professores, quando a matéria tem

um carácter muito abstracto. Também gostaram da forma como os professores pensavam para a interpretação dos resultados.

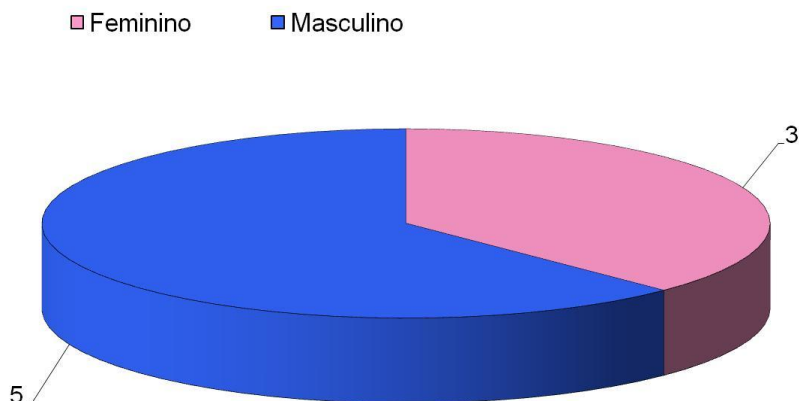


Figura 6.4: Caracterização da amostra: género

A questão 2 identifica a Formação Académica dos professores participantes. O grupo era bastante heterogéneo, como se indica na Figura 6.5

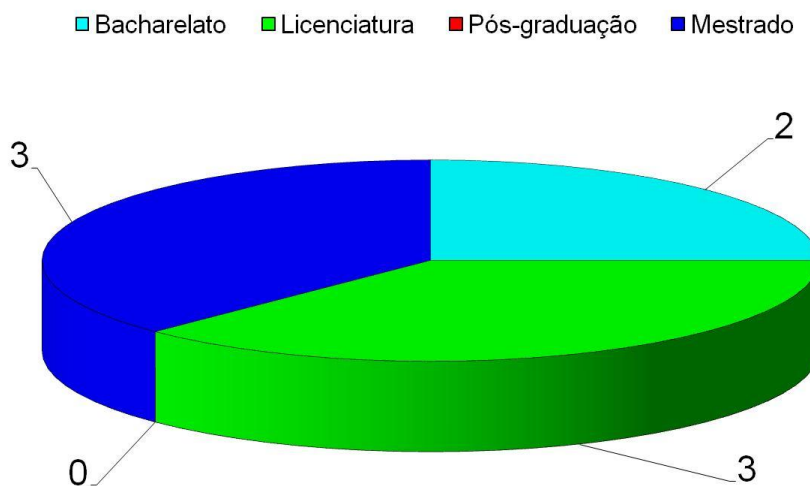


Figura 6.5: Caracterização da amostra: formação académica

A questão 3 tem como objectivo conhecer os anos de carreira dos professores, pois a experiência profissional é um factor importante no nosso

estudo. A análise das respostas permitiu construir a Figura 6.6. No geral, trata-se de um grupo com muita experiência profissional, pois 6 dos respondentes leccionam há mais de 20 anos. Interessante foi registar que todos os professores têm no mínimo 5 anos de leccionação.

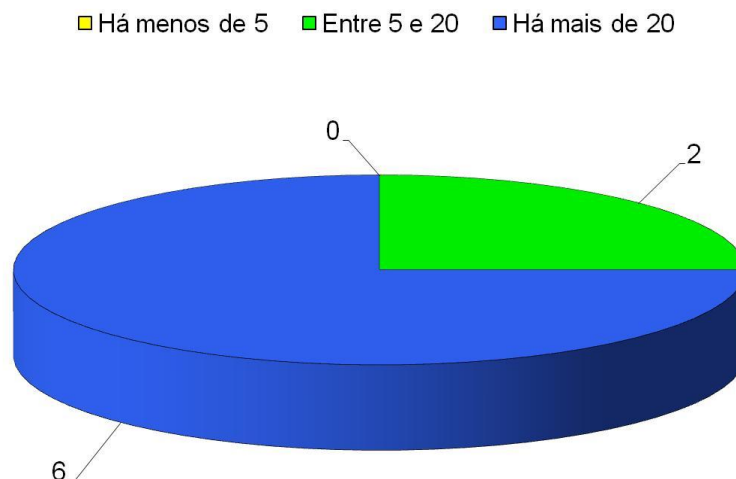


Figura 6.6: Caracterização da amostra: anos de leccionação

A análise das respostas à questão 4 permitiu-nos a conhecer a Área Disciplinar dos docentes. Constatámos que 4 eram de Físico-química (Grupo 510), 3 da Área Tecnológica na vertente de Electricidade (Grupo 530) e 1 era da área de Electricidade (Grupo 540), conforme indica a Figura 6.7. Estes resultados permitem inferir que se tratam de docentes sensibilizados pela experiência profissional, para o problema deste estudo.

Com a questão 5 pretende-se inferir se os professores inquiridos são sensibilizados pela formação contínua da carreira docente e verifica-se pela Figura 6.8 que 2 professores já participaram em mais de 3 Congressos ou Simpósios, 2 participaram entre 1 a 3 Congressos ou Simpósios, enquanto que 4 professores nunca participaram. No entanto, é bom salientar quando foram convidados para a Oficina Pedagógica, mostraram um excelente interesse e houve um que trouxe um colega de outra escola.

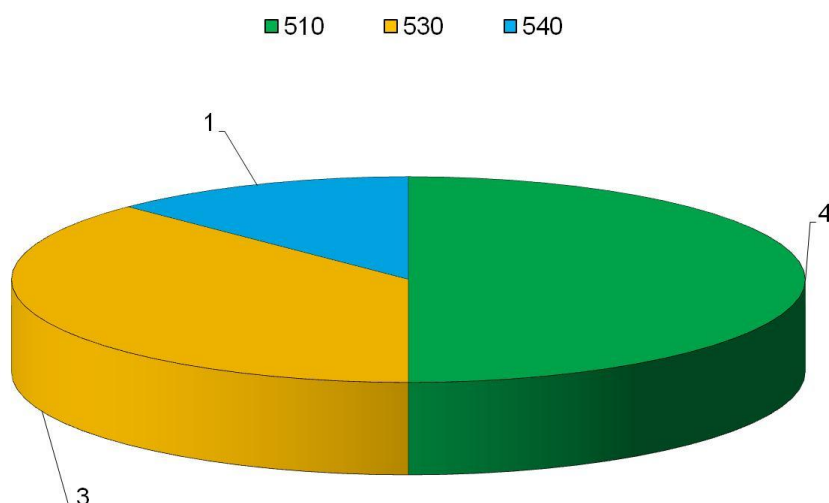


Figura 6.7: Caracterização da amostra: área disciplinar

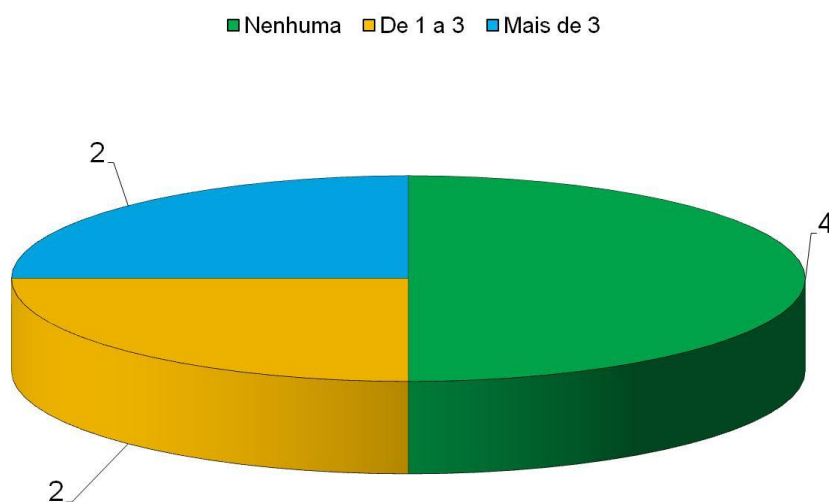


Figura 6.8: Caracterização da amostra: participação em congressos ou simpósios

A questão 6 permite conhecer os recursos que os professores respondentes costumam utilizar nas suas práticas pedagógicas. A análise das respostas obtidas esteve na base da construção da Figura 6.9. Verifica-se que todos os professores utilizam o quadro na sala de aula, 7 usam o livro como recurso, 6 utilizam o data show e 6 usam experiências de laboratório. Isto traduz que o Ensino das Ciências através da prática aliada à teoria ainda tem um caminho a percorrer, é neste sentido que pretendemos dar alguma contribuição com este estudo.

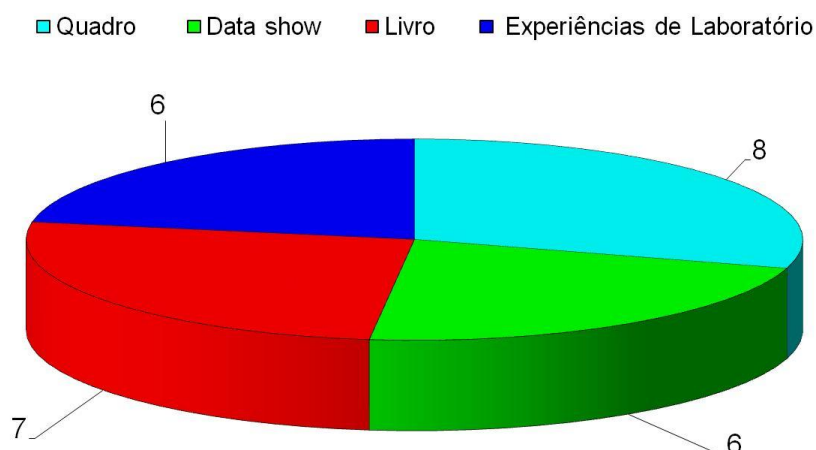


Figura 6.9: Recursos didácticos usados pelos professores na sala de aula

Feita a caracterização da amostra, elaborou-se uma súmula na Tabela 6.3, onde a cada professor respondente é atribuída uma letra devido ao anonimato do questionário.

Tabela 6.3: Caracterização dos(as) professores(as) participantes

Professor(a)	Formação Académica	Grupo disciplinar	Tempo de serviço (em anos)	Participação em congressos
A	Bacharelato	510	> 20	>3
B	Mestrado	510	> 20	>3
C	Licenciatura	530	> 20	De 1 a 3
D	Mestrado	530	Entre 5 e 20	De 1 a 3
E	Licenciatura	510	Entre 5 e 20	De 1 a 3
F	Bacharelato	530	> 20	Nenhum
G	Licenciatura	540	> 20	Nenhum
H	Mestrado	540	> 20	Nenhum

As questões 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 permitem conhecer a opinião dos professores intervenientes neste estudo sobre a importância das analogias em geral e sua utilização no caso concreto no estudo de circuitos eléctricos simples, tratam-se portanto de questões do tipo de opinião de

modalidade aberta. Estas questões são analisadas globalmente, referenciando a transcrição dos respondentes.

A análise das respostas da questão 7, «*O que entende por analogias?*» permite verificar que é unânime a opinião dos professores respondentes de que uma analogia é uma comparação entre algo desconhecido com algo que nos é familiar, conforme se ilustra na Tabela 6.4, querendo isto significar que os professores têm, no nosso entender, uma visão correcta do que é uma analogia.

Tabela 6.4: Resultados obtidos na questão 7

Professor(a)	Resposta
A	Relacionar “algo” do dia-a-dia dos alunos com os conteúdos mais teóricos a abordar
B	É a comparação entre algo conhecido e do dia-a-dia do aluno com aquilo que se pretende que o aluno venha a conhecer
C	Fenómenos, geralmente mais abstractos, com características a outros do conhecimento comum, mais facilmente entendidos
D	É a comparação de funcionamento entre dois sistemas
E	Método usado para descrever fenómenos através da sua semelhança com outros fenómenos já conhecidos
F	Comparação com... (exemplos de coisas/causas usuais e simples)
G	Comparação com situações do conhecimento comum
H	Estabelece a relação entre um conceito científico e a experiência. Relaciona conteúdos

Como exemplos de analogias conhecidas, foram analisadas as respostas à questão 8 «*Poderia dar exemplos de analogias?*» e transcritas na Tabela 6.5. Podemos constatar que se tratam, no geral de analogias conhecidas, o que vai ao encontro das respostas obtidas para a questão 9 «*Utiliza analogias improvisadas ou conhecidas?*» e que se transcrevem na Tabela 6.6.

Tabela 6.5: Resultados obtidos na questão 8

Professor(a)	Resposta
A	Comparar a resistência eléctrica com o estrangulamento de trânsito numa via. Noção de energia cinética e potencial com os jogadores de futebol.
B	Estudo do equilíbrio químico com peixe num aquário. Estudo da lei de atracção universal-interacção de forças com bola presa numa corda. Modelo de nuvem electrónica com enxame de abelhas.
C	Escoamento de tráfego numa via ou ponte. Utilização de água quente no banho e cozinha simultaneamente. Utilização do senso comum na resolução de problemas.
D	Sistema eléctrico com as redes de água. Sistema eléctrico com as estradas.
E	Tráfego automóvel. Saídas de edifícios em emergência
F	Sistema/circuito de água. Electricidade/auto-estradas Corrente eléctrica/barragens (caudal de água)
G	Tráfego automóvel, rios, escoamento público de salas de espectáculo.
H	Saídas de emergência

Tabela 6.6: Resultados obtidos na questão 9

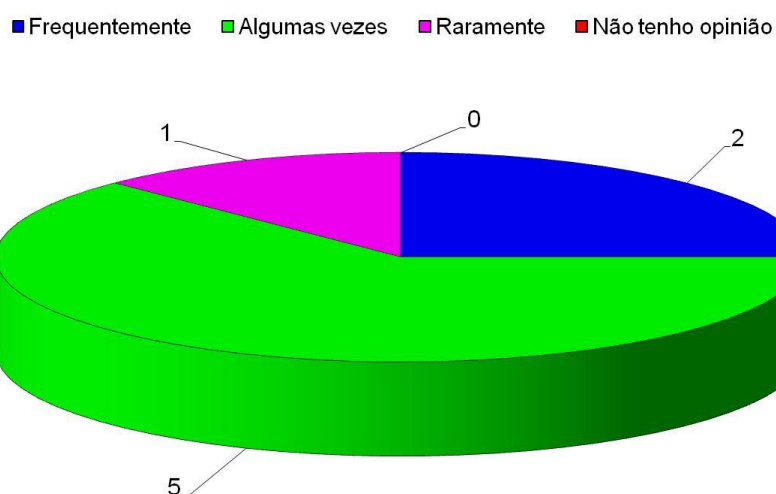
Professor(a)	Resposta
A	Geralmente conhecidas
B	Improvisadas e conhecidas
C	Normalmente uso analogias conhecidas
D	Ambas
E	Ambas
F	Conhecidas. Improvisadas só raramente
G	Conhecidas
H	Mais as conhecidas

Os resultados obtidos na análise da questão 10 «*Na sua Formação Académica, teve alguma disciplina que considerou analogias? Qual(ais)?*», e registados na Tabela 6.7, mostra que no geral os professores nunca tiveram na formação académica numa disciplina que contemplasse a temática do ensino através de analogias, apenas dois referem terem tido alguma formação através do uso de analogias.

Tabela 6.7: Resultados obtidos na questão 10

Professor(a)	Resposta
A	Não me lembro
B	Na Física e na Química
C	Não
D	Não
E	Não me lembro
F	Electricidade e Tecnologias
G	Não
H	Não

Quando questionados sobre a frequência com que utilizam analogias em contexto de sala de aula, 5 professores respondem algumas vezes, 2 não têm opinião e apenas 1 raramente, como se mostra na Figura 6.10.

**Figura 6.10:** Frequência da utilização de analogias em sala de aula

Com os resultados obtidos na questão 12, acerca da vantagem da utilização de analogia em sala de aula, foi possível a construção da Figura 6.11. 5 respondentes consideram ser sempre vantajoso o uso de analogias em contexto de sala de aula, e 3 respondentes consideram que só traz vantagens se forem previamente planeadas.

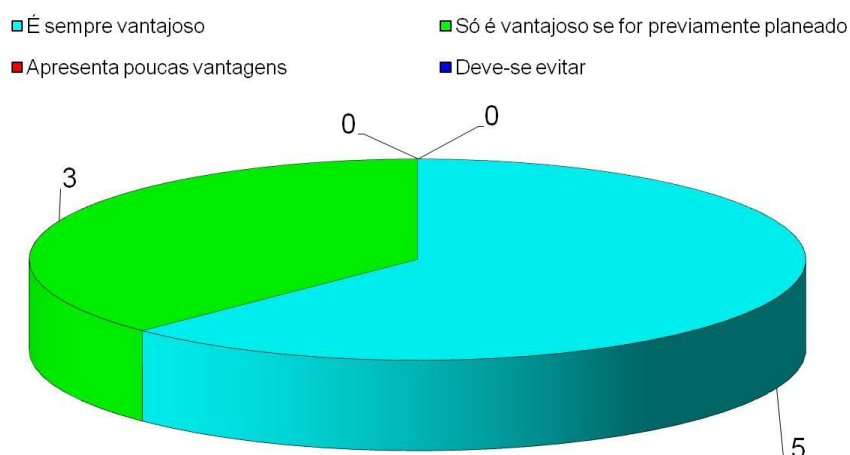


Figura 6.11: Vantagem da utilização de analogias em sala de aula

Pela análise dos resultados da questão 13, acerca do grau de concordância no uso de analogias, como mostra a Figura 6.12, 1 professor discorda, 4 concordam e 2 concordam totalmente, que os alunos mostram dificuldade na compreensão dos conceitos da Electricidade, o que está em consonância com o que defendemos nesta dissertação.

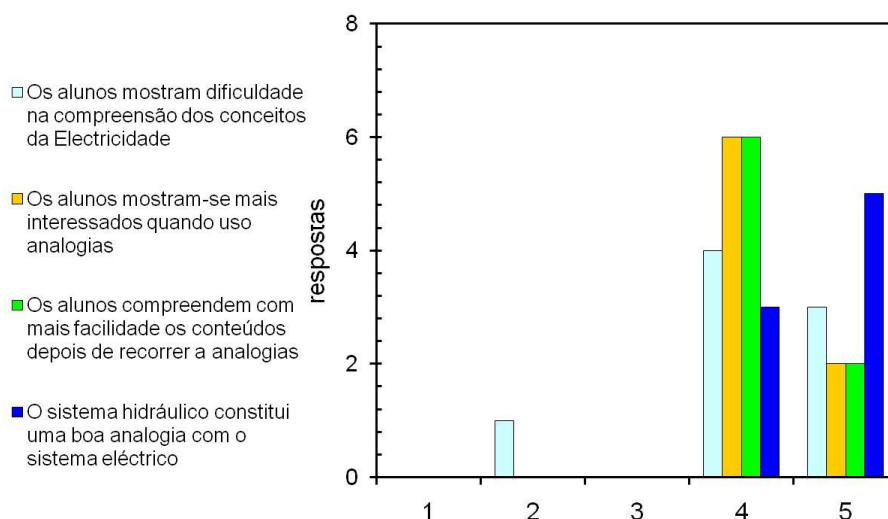


Figura 6.12: Grau de concordância no uso de analogias

A observação do gráfico da Figura 6.12, mostra ainda que, 6 professores concordam e 2 concordam totalmente, que os alunos mostram-se mais

interessados quando se usam analogias em contexto de sala de aula. Quando questionados se os alunos compreendem com mais facilidade os conteúdos depois de recorrer a analogias, verifica-se que 6 professores concordam e 2 concordam totalmente, o que mostra que na aprendizagem das Ciências a analogia pode ser fonte de criatividade, fomentando a aprendizagem de novos conceitos (Duit, 1991). No que concerne ao objectivo do nosso estudo, 3 professores concordam e 5 concordam totalmente que o sistema hidráulico constitui uma boa analogia com o sistema eléctrico.

A Figura 6.13, é o resultado do tratamento das respostas à questão 14 em relação ao uso de analogias no tema da electricidade. 5 fazem-no com uma rua com carros em movimento, 4 com o circuito da água. De salientar que 1 professor respondeu às duas situações.

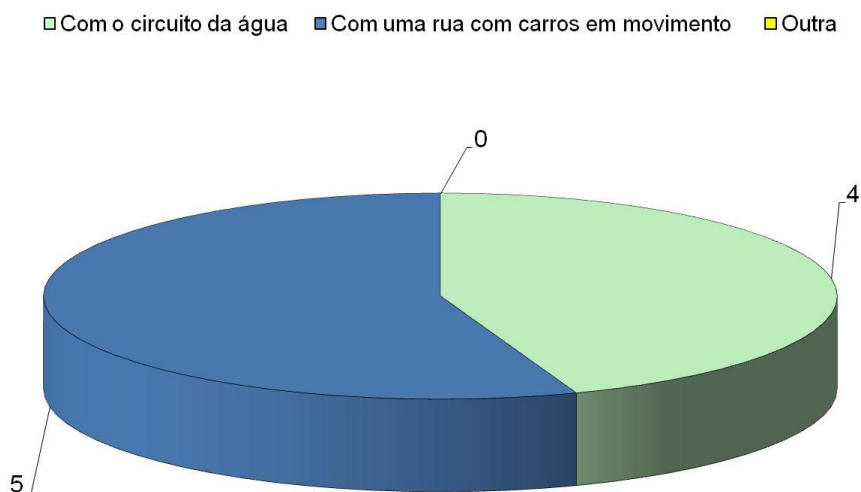


Figura 6.13: uso de analogias no tema da electricidade

Esta análise parece mostrar que os professores presentes na Oficina Pedagógica, recorrem a analogias no tema da electricidade, o que indica, que a analogia constitui um tipo de recurso útil e frequente, tanto na vida quotidiana como no contexto escolar (Oliva, 2003).

De acordo com o gráfico da Figura 6.14, quando os professores recorrem à analogia com a água, o resultado obtido indica que o fazem verbalmente.

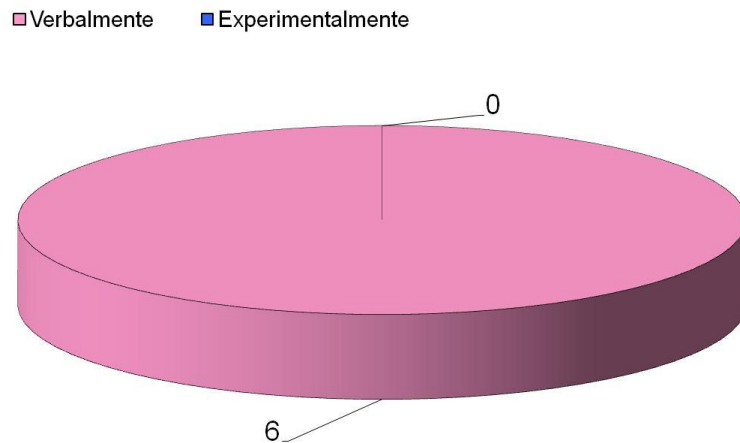


Figura 6.14: Uso verbal ou experimental da analogia com a água, no tema da electricidade

A questão 16 pretende conhecer a opinião dos professores em relação à aplicabilidade da analogia do circuito da água com o circuito eléctrico. No que concerne se os alunos conhecem bem o circuito da água, a opinião dos professores parece estar ligeiramente dividida. Como se mostra na Figura 6.15, 2 professores discordam, 1 não tem opinião, 4 concordam e 1 concorda totalmente.

Do nosso ponto de vista a dispersão de resposta deve-se à interpretação da subquestão.

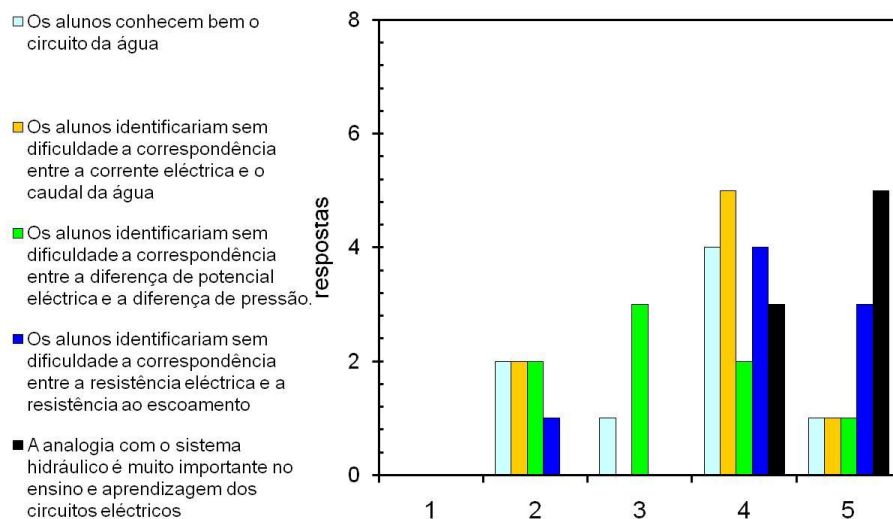


Figura 6.15: Aplicabilidade da analogia do circuito da água com o circuito eléctrico

É importante que os alunos conheçam bem o domínio fonte e identifiquem bem a relação entre as grandezas dos dois domínios. Os resultados mostram que, 2 professores discordam que os alunos identificariam sem dificuldade a correspondência entre corrente eléctrica e o caudal de água, 5 concordam e 1 concorda totalmente. Também, 2 professores discordam que os alunos identificariam sem dificuldade a correspondência entre diferença de potencial eléctrico e diferença de pressão, 3 não têm opinião, 2 concordam e 1 concorda totalmente. Ainda 1 professor discorda que os alunos identificariam sem dificuldade a correspondência entre resistência eléctrica e resistência ao escoamento, 4 concordam e três concordam totalmente. Por último a importância da aplicabilidade da analogia do sistema hidráulico no ensino e aprendizagem do sistema eléctrico traduz que 3 professores concordam e 5 concordam totalmente.

Finalmente, na questão 17, pediu-se a opinião aos professores sobre a eficiência pedagógica das actividades propostas, com os resultados obtidos construiu-se a Tabela 6.8.

Tabela 6.8: Opinião dos professores sobre a eficiência pedagógica das actividades propostas.

Professor(a)	Resposta
A	Muito interessante.
B	Penso que será muito importante quando leccionar a corrente eléctrica. Ajudou-me a ter mais conhecimentos para poder transmitir aos alunos.
C	Penso que seria útil para os alunos aprenderem melhor os conceitos eléctricos, que em si são mais abstractos.
D	A minha opinião é favorável uma vez que os alunos não conseguem visualizar a energia eléctrica que passa nos condutores, enquanto que a água é visível.
E	Poderá revelar-se bastante eficaz, exigindo a aplicação experimental da mesma, ao contrário de outras analogias que só exigem verbalização.
F	Positiva. Mais fácil a compreensão dos fenómenos eléctricos.
G	Muito eficiente.
H	A actividade é bastante interessante para o ensino e aprendizagem no contexto da disciplina. É motivadora e facilita a aprendizagem dos alunos.

Como se pode observar, os professores consideram muito interessantes e bastante eficazes as actividades propostas, pois permitem que os alunos visualizem um sistema análogo ao circuito eléctrico. Por se tratar de uma

actividade experimental consideram-na motivadora e cativante em relação à verbalização tradicional.

Somos de acordo que a realização de actividades experimentais, usando analogias bem fundamentadas pode contribuir para a aprendizagem de conceitos fundamentais (algo abstractos), para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento de competências transversais.

6.7. Avaliação da Oficina Pedagógica

É importante conhecer a opinião dos professores relativamente à forma como decorreram as actividades experimentais, pois essa informação poderá contribuir para o aperfeiçoamento de futuras Oficinas Pedagógicas, nesse sentido foi proposto aos professores o preenchimento de um questionário, como se mostra no Anexo 6.

Os resultados da questão 1 permitiram a construção do gráfico da Figura 6.16 no qual são manifestadas as opiniões dos professores sobre os objectivos e conteúdos da formação. 1 professor considera que os objectivos da Oficina Pedagógica foram bastante atingidos e 7 são de opinião que foram totalmente atingidos. 5 dos professores consideraram que os conteúdos apresentados se aplicam bastante na sua prática lectiva e 3 declaram que se aplicam totalmente.

A apresentação do tema de forma estruturada e coerente foi considerada totalmente conseguida por 7 professores e bastante conseguida por 1 professor.

O conteúdo da formação foi totalmente bem doseado entre teoria e prática para 5 professores e bastante bem para os restantes 3.

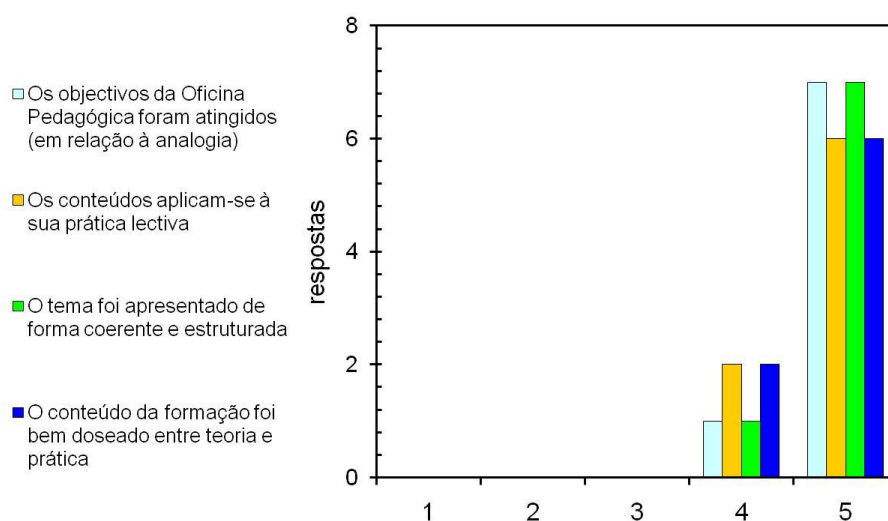


Figura 6.16: Opinião dos professores sobre os objectivos e conteúdos da formação

A questão 2 pretende conhecer a opinião dos professores sobre a metodologia e meios utilizados nas actividades experimentais, à qual 4 responderam que a metodologia foi bastante adequada e outros tantos consideraram-na totalmente adequada, conforme indica a Figura 6.17.

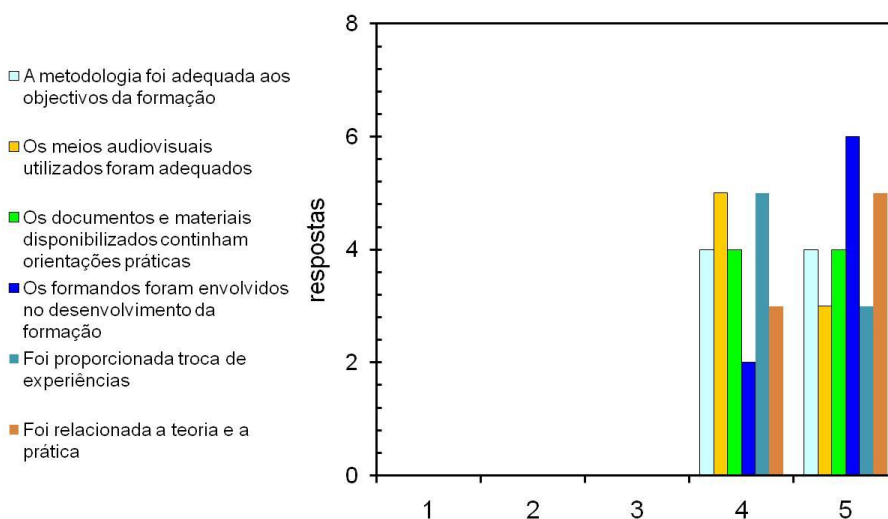


Figura 6.17: Metodologia e meios utilizados

Os resultados obtidos revelam que 5 professores consideraram que os meios audiovisuais foram bastante adequados e os restantes 3 consideraram totalmente adequados.

Os documentos fornecidos pelo Formador e os materiais disponibilizados continham bastantes orientações práticas para 4 respondentes, e os restantes 4, optaram por "totalmente". Também 2 professores consideram que foi proporcionada bastante troca de experiências, enquanto os restantes 6 optaram por "totalmente".

A teoria foi bastante relacionada com a prática para 3 professores e totalmente relacionada, para os restantes 5.

No que concerne à organização da Oficina Pedagógica, a Figura 6.18 revela que 1 professor considera suficientes as condições da sala, 4 bastante adequadas e 3 totalmente adequadas.

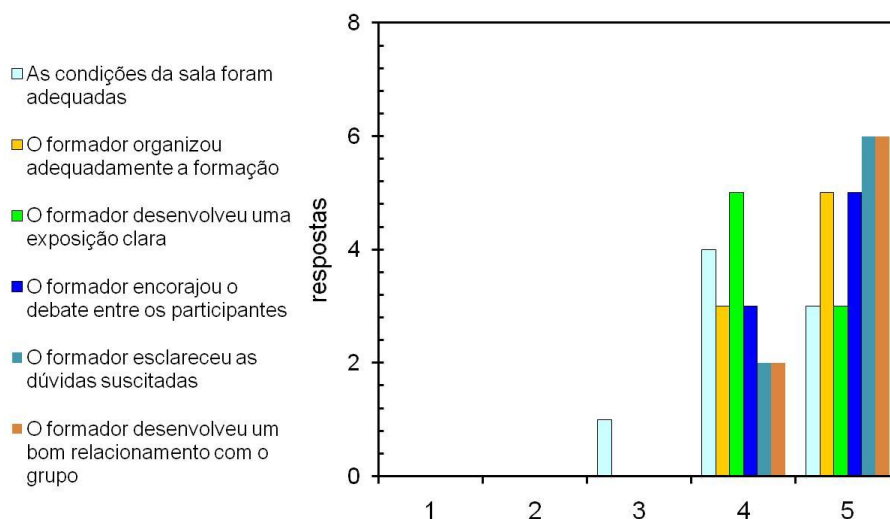


Figura 6.18: Organização da Oficina Pedagógica

A Figura 6.18 também mostra que 3 professores consideram que o formador organizou bastante adequadamente a formação e os restantes 5 de uma forma totalmente adequada. 5 professores consideraram a exposição do formador, bastante clara, enquanto que os restantes 3 consideraram-na totalmente clara.

Os resultados mostram ainda que o formador encorajou bastante o debate entre os participantes na opinião de 3 professores e os restantes 5 que encorajou totalmente.

As dúvidas foram bastante esclarecidas pelo formador segundo 2 professores e totalmente esclarecidas na opinião dos restantes 6. Os mesmos resultados foram obtidos para o bom relacionamento do formador com o grupo.

Em relação à duração da acção face ao tema tratado todos os professores declararam ser adequada, como se observa na Figura 6.19 e alguns professores acrescentaram como comentário à sua opção as transcrições da tabela 6.9

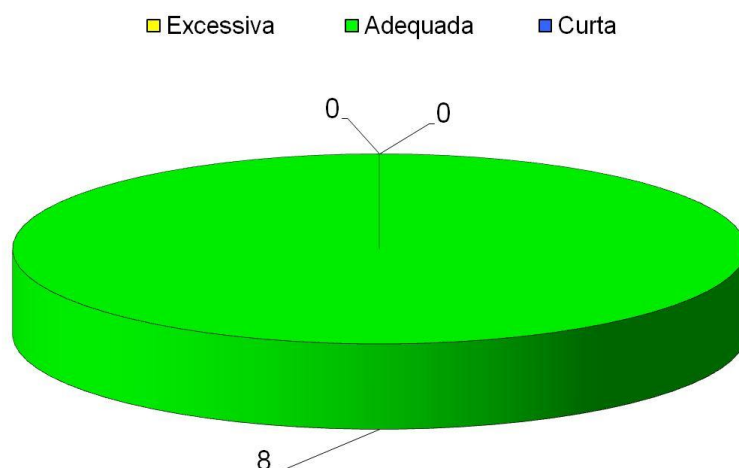


Figura 6.19: Duração da Oficina Pedagógica

Tabela 6.9: Duração da Formação

Professor(a)	Resposta
E	Tempo suficiente para as questões pretendidas
G	A acção foi bastante organizada e o tema tratado foi excelente
H	O tempo foi suficiente para a exploração da analogia

No sentido de contribuir para o aperfeiçoamento de futuras Oficinas Pedagógicas, pediu-se a opinião dos professores dos aspectos que consideraram positivos e dos que precisavam de ser melhorados. A análise dos resultados permitiu a construção do gráfico da Figura 6.20.

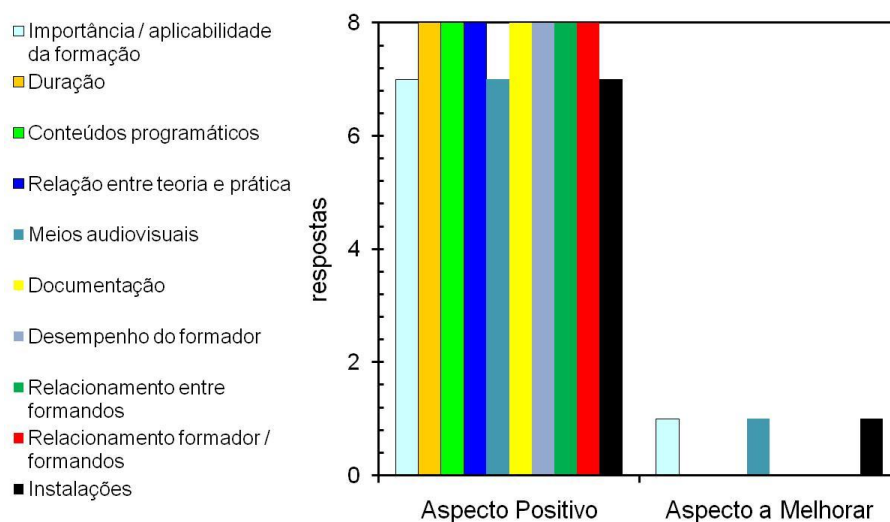


Figura 6.20: Aspectos positivos e aspectos a melhorar da Oficina Pedagógica

Verifica-se que a esmagadora maioria apreciou quase todos os aspectos positivos. Relativamente aos aspectos a melhorar, a análise dos questionários mostrou que diferentes professores consideravam os seguintes: a importância e aplicabilidade da formação, os meios audiovisuais e as instalações.

Finalmente na questão 7, pediu-se a apreciação final da Oficina Pedagógica aos professores. A Figura 6.21, mostra que 2 professores sentiram satisfação na sua participação e 6 professores que sentiram uma satisfação elevada.

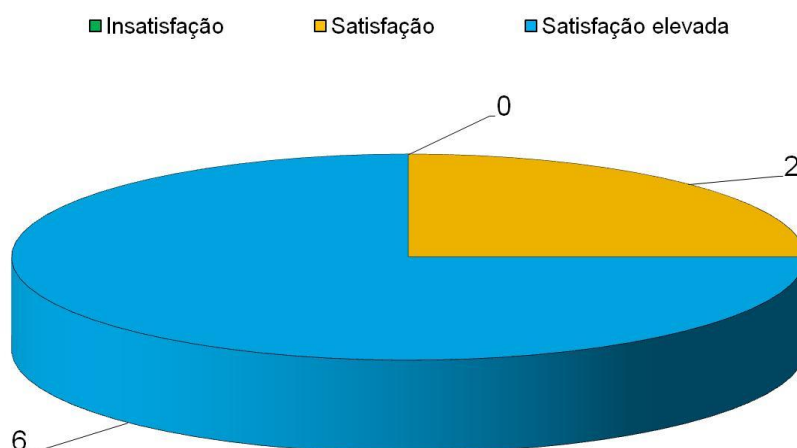


Figura 6.21: Apreciação final

CAPÍTULO 7

Considerações Finais

CAPÍTULO 7 - Considerações finais

7.1. Introdução

Concluindo esta dissertação, pretendemos delinear neste último capítulo as principais reflexões e considerações sobre os resultados obtidos na investigação levada a cabo e norteadas para os objectivos inicialmente traçados. Estas considerações finais, embora de natureza diversa convergem todas elas para uma tentativa na promoção de um ensino das Ciências participativo e reflexivo por parte dos professores/investigadores.

O capítulo está, assim, dividido em quatro secções: 7.1, estrutura geral do capítulo; 7.2- considerações finais; 7.3- principais implicações dos resultados desta investigação para o processo de ensino e de aprendizagem das Ciências; e, por último, 7.4- indicações, a título sugestivo, para posteriores investigações nesta mesma área.

7.2- Considerações finais

Este estudo iniciou-se com a revisão da literatura que serviu de base na investigação da problemática seleccionada, bem como proporcionou um quadro teórico de referência essencial para o desenvolvimento de todo o estudo.

Neste enquadramento, conclui-se que a produção e validação de materiais didácticos, concebidos numa perspectiva de inter-relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e baseada em analogias, para a Educação em Ciências no Ensino Básico, são ainda muito poucas (Martins, 2002).

Nessa linha de problemática foi definido como objectivo fundamental do estudo: a concepção, produção, validação e aplicação de materiais didácticos originais e específicos, a serem utilizados por professores, para a exploração da

temática dos circuitos eléctricos, segundo uma perspectiva de educação CTS, a serem utilizados no Ensino Básico.

Através deste objectivo pretendia-se ainda contribuir para a formação dos docentes no sentido de inovar e melhorar as suas práticas lectivas.

Para concretizar o objectivo desta dissertação, considera-se que o trajecto desenvolvido efectuou-se em três fases: a produção dos materiais, a sua aplicação em contexto de formação de professores e a análise do trabalho realizado.

A concepção dos materiais didácticos prende-se com a necessidade de ajudar os professores a fazerem compreender o funcionamento dos circuitos eléctricos aos alunos, por se tratar de uma temática muito abstracta.

A aplicação dos materiais em contexto de formação de professores contribuiu de alguma forma para poder avaliar se os materiais eram bem aceites pela comunidade docente e por fim, a realização de um Guião de Apoio ao Professor como um auxiliar na preparação das aulas dos professores, na temática dos circuitos eléctricos.

Ao concluir este percurso investigativo inicialmente proposto, estamos cada vez mais conscientes que de alguma forma está dado mais um contributo na área da problemática das analogias, como ferramenta didáctica, no ensino das Ciências. É talvez interessante destacar que no final da investigação muitas foram ainda as incertezas que permaneceram à cerca desta problemática, muitas foram as questões que se foram formando ao longo da mesma. No entanto, em situação de análise só são aqui deixadas as considerações que directamente envolvem o presente estudo, remetendo tudo o mais para os sub-capítulos das implicações e das sugestões para investigações futuras.

Assim, a análise dos resultados relativamente às potencialidades da analogia na promoção da aprendizagem das Ciências permitiu-nos concluir que:

Os resultados são concludentes quanto à eficiência do uso e desenvolvimento de analogias na melhoria do Ensino das Ciências no tema “O caso dos circuitos eléctricos”;

Pelas características próprias de cada estudo e, no caso particular desta pesquisa podemos afirmar que estamos longe de ter resolvido as limitações

salientes da utilização de analogias no ensino e na aprendizagem das Ciências. Porém, estamos convictos que criámos incentivos para continuar a desbravar essa importante linha de investigação na Didáctica das Ciências;

Ao longo de todo o trabalho realizado consolidámos a convicção de que é essencial mudar as práticas lectivas subjacentes ao Ensino das Ciências, nomeadamente as que se regem por uma abordagem tradicional, de forma a melhorar a qualidade da Educação em Ciências.

7.3- Implicações educacionais do estudo

O presente estudo poderá ter implicações relevantes no Ensino das Ciências no 2º Ciclo do Ensino Básico. A divulgação dos materiais didácticos produzidos e validados, assim como do guião utilizado na planificação da temática dos circuitos eléctricos poderá contribuir para incentivar a produção de novos materiais didácticos visando a exploração de outras temáticas.

O número pouco significativo de pesquisas desenvolvidas na área das analogias na Didáctica das Ciências, bem como as concepções e resultados contraditórios face ao uso desta ferramenta pedagógica, referidos neste estudo, na revisão da literatura, leva a encarar como implicação, a motivação para posteriores trabalhos de investigação, bem como a reflexão cuidada aquando da utilização de analogias no ensino e na aprendizagem das Ciências.

Estamos convictos que uma importante implicação educacional desta dissertação passa por uma sensibilização da classe docente para planificar e reflectir com rigor a utilização das analogias como ferramenta didáctica auxiliar.

Mesmo quando ela surge de forma espontânea em espaço de sala de aula, o professor deve conhecer e compreender a analogia, bem como os mecanismos e limitações que a mesma implica, repensando as estratégias pedagógicas a adoptar. Ou seja, o professor deve desenvolver e construir uma excelente banda larga de conhecimento científico.

O conhecimento das limitações e implicações só será possível se o próprio professor receber formação específica sobre a linguagem analógica propriamente

dita, pois por vezes, até no manual escolar, recurso usado com frequência na sala de aula, encontramos diversas analogias, muitas vezes deficientemente planificadas. Muitas imagens e esquemas estão fora de contexto e só dificultam o processo de ensino e aprendizagem.

Torna-se por isso urgente avaliar e repensar os processos inerentes à utilização destes materiais didácticos poderosos. É, pois, necessário que o professor faça uma planificação antecipada e reflectida das analogias a apresentar na sala de aula, como forma de garantir o maior sucesso desta ferramenta didáctica.

É também indispensável que o professor saiba os conhecimentos anteriores dos alunos no domínio onde pretende apresentar e desenvolver a analogia como via indispensável para o sucesso deste processo. Esta conclusão foi frequentemente encontrada na literatura como qualidade importante para auxiliar as deduções feitas pelos alunos durante o processo de produção e exploração de analogias (Aragón *et al*, 1999), a exploração da analogia em si não deve ser vista como um processo centrado apenas no professor, mas também os alunos devem participar activamente de forma a exporem as suas ideias. O que vem ao encontro duma linha de um ensino mais interaccionista entre professor/alunos e entre alunos/alunos, onde o docente possa orientar a construção de conhecimentos científicos nos alunos, obrigando-o a uma reflexão e planificação mais cuidadosa do seu desempenho pedagógico.

A analogia deve ser vista como facilitadora do processo de aprendizagem dos alunos, motivadora e criativa para estes (Oliva, 2003), ajudando a criar umas aulas mais activas, pois tem o potencial de desenvolver capacidades de análise e de crítica no decurso da construção de conceitos de diferentes níveis de abstracção.

Uma outra implicação que resulta desta investigação diz respeito às orientações curriculares do Ensino das Ciências que vigoram actualmente no nosso país, que preconizam uma literacia científica baseada no desenvolvimento de competências, referindo-se às “ferramentas” a que o professor deva recorrer para trabalhar tais competências. Sendo o papel das analogias mencionado como mais um instrumento de trabalho a usar durante o processo de ensino.

Consideramos portanto, a necessidade de estimular a cautelosa utilização das analogias, bem como a conselho para repensar as práticas pedagógicas, se queremos transformar o professor-passivo de hoje no professor-reflexivo do amanhã, a implicação mais directa desta dissertação.

7.4. Limitações do Estudo

Procurou-se desenvolver esta dissertação com o máximo rigor possível, no entanto reconhece-se a existência de algumas limitações:

A complexidade que envolve a situação de investigadora participante, exigiu uma constante auto-vigilância na tentativa de manter o rigor de forma a permitir registos rigorosos;

A população presente na Oficina Pedagógica, mesmo interessante, parece-nos redutora;

A limitação de não ter sido possível usar esta estratégia em contexto de sala de aula.

7.5. Sugestões para futuras investigações

Face aos resultados que consideramos positivos, obtidos pelos materiais concebidos no âmbito deste estudo, compete-nos agora reflectir sobre novas perspectivas para a investigação na Didáctica das Ciências. Neste contexto ninguém terá dúvidas que muito há ainda por investigar e fazer no campo da linguagem analógica e no papel da analogia no processo de ensino e de aprendizagem.

A partir dos marcos traçados pelo estudo apresentado nesta dissertação, é de todo pertinente deixar algumas sugestões de investigação para posteriores estudos:

Considera-se que seria oportuno e interessante, a aplicação dos materiais concebidos nesta dissertação a alunos e avaliar a repercussão pedagógica;

Pensamos que esta dissertação pode contribuir para incentivar a investigação na produção e exploração de analogias por parte de alunos e respectivos professores, no que diz respeito a outras unidades didácticas do currículo português das Ciências;

Imaginamos que seria interessante, indagar junto do aluno, quais as dificuldades que vivência ao longo das diferentes etapas da produção e compreensão das analogias que lhe são apresentadas;

Seria também vantajoso investigar de que forma a formação inicial de professores considera esta área das analogias, incentivando os currículos do ensino superior a abordar esta temática, para fornecer ferramentas e reforçar as estratégias do futuro professor para a utilização adequada e reflectida de analogias em espaço de sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, P. (2001) *Reorganização Curricular do Ensino Básico – Princípios, Medidas e Implicações*. Lisboa, Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.

Aikenhead, G.S. (2002). *Renegotiating the culture of school science: scientific literacy for an informed public*. [Paper presented at the Lisbon's School of Science Conference commemorating its 30 years of teacher training. Lisboa: Universidade de Lisboa. [Retirado em 12 de Janeiro de 2009, de www.usask.ca/education/people/aikenhead]

Ângelo, P. (2000). *A Utilização de Analogias em Manuais Escolares e por Professores de Ciências da Natureza*. Tese de Mestrado, Universidade do Minho (não publicada).

Aragón, M. Oliva, J. e Mateo, J. (1999). Las Analogías Como Recurso Didáctico en la Enseñanza de las Ciencias . *Alambique*, 22, 109-115.

Auler, D. e Bazzo, W.A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência e Educação*, 7(1), 1-13.

Ausubel, D.P. (1980). Algumas limitações psicológicas e educacionais da aprendizagem por descoberta. In Nelson, L.N. *O Ensino. Textos escolhidos*. Trad. Joshuah de Bragança Soares. São Paulo: Saraiva

Bell, B.F. e Pearson, J. (1992). Better learning. *International Journal of Science Education*, 4(3), 349-361.

Bloom, J. (1992). Contextual flexibility – Learning and change from cognitive sociocultural, and physical context perspectives. *In S. Hills. The history and philosophy science in science education*, v.1. Kingston, Ontario: Queen's University, 115-125.

Brincones, I. (1999). *El uso de la estrategia de resolución de problemas por alumnos de educación secundaria*. Aspectos Didácticos de Física y Química (Física). Universidade de Zaragoza: I C E.

Cachapuz, A. (1989). Linguagem metafórica e o Ensino das Ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 2 (3), 117-129.

Cachapuz, A.F., Praia, J.F. e Jorge, M.P. (2000a). Perspectivas de Ensino das Ciências. *In. A. Cachapuz (Org.), Formação de Professores/Ciências*. Porto: CEEC.

Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2000b). Reflexão em torno de Perspectivas do Ensino das Ciências: contributos para uma nova orientação curricular – Ensino Por Pesquisa. *Revista de Educação*, IX(1), 67-77.

Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2001). *Perspectivas de Ensino*. Textos de apoio nº1. Centro de Estudos de Educação em Ciências (CEEC). Porto, 2ªEdição.

Capachuz, A. et al. (2002), *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*, Lisboa, Ministério da Educação.

Carretero, M. (1997). *Construir e ensinar as ciências sociais*. São Paulo: Artmed

Champagne, A.B., Gunstone, R.F. e Klopfer, L.E. (1985). Efectuar mudanças nas estruturas cognitivas entre os alunos de Física. *In L. West & A. Pines (Eds.), Estrutura cognitiva e mudança conceitual*. (61-90). Orlando, FL: Academic Press.

Correia e Pardal, L. (1995). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Porto: Areal Editores.

Dagher, Z. (1994). Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change? *Science Education*, 78(6), 601-614.

Dagher, Z. (1995). Resenha de estudos sobre a eficácia do Instructional Analogies in Science Education. *Science Education*, 79 (3), 295-312.

Dagher, Z. (2000). O Caso das Analogias no Ensino da Ciência para a compreensão. In. Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (Eds.). *Ensinando Ciência para a compreensão*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 180-193.

Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea (2001). Academia das Ciências de Lisboa.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75 (6), 649-672.

Departamento da Educação Básica (2001a) – *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação, 2001.

Departamento da Educação Básica (2001b) – *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, 2001.

Driver, R. (1995). Theory into practice II: A constructivist Approach to Curriculum Development. In. Fensham, P. (Ed.). *Development and dilemmas in Science Education*. Londres: Falmer Press, 133-149.

Duch, B. (1996). Problem-based learning in physics: the power of students teaching. *Journal of College Science Teaching*, March/April, 326-329.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75 (6), 649-672.

Ferraz, D.F. e Terrazan, E. (2003). Uso Espontâneo de Analogias por Professores de Biologia e o uso Sistematizado de Analogias: Que Relação? *Ciência e Educação*, 9(2).

Fonseca, J. (2002). A Natureza de uma disciplina de Didáctica: O caso específico da Didáctica das Ciências. *Revista de Educação*, XI(1), 61-77.

Gentner, D. e Gentner, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: mental models of eletricity. In: *Mental Models Organizado por Gentner, D. & Stevens, A. L. Hillsdale*. NJ: ERLBAUM.

Gil Perez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.

Gil Perez, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez, J., Guisasola, J., González, E., Dumas, A., Goffard, M. e Pessoa, A.M. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.

Glynn, S., Britton, B., Semrud-Clikman, M. & Muth, K. (1989). *Analogical Reasoning and Problem Solving in Science Textbooks*. Em Glover, J., Ronning, R. & Reynolds, C. (eds). *Handbook of Creativity*. New York: Plenum Press, 383-398.

Guyton, A. C. (1988). *Fisiologia Humana*. Rio de Janeiro: Guanabara.

Halliday, D. e Resnick, R. (2005). *Fundamentals of Physics*. 7th Edition. Rensselaer Polytechnic Institute, Jerald Walker, Cleveland State Univ. ISBN: 978-0-471-21643-8, 1136 pages.

Harrison, A. e Treagust, D. (1993). Teaching with Analogies: A Case Study in Grade-10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-566.

Jiménez-Aleixandre, M. (1996). *Dubidar para aprender*. Vigo: Xerais.

Kay, J.M. e Neddermand, R.M. (1985). *Fluid Mechanics and Transfer Processes*. Cambridge University Press, London.

Krasilchik, M. (1989). Ensino de Ciências e a Formação do Cidadão. *Em Aberto, Brasília*, ano 7(40), Out/Dez, 55-60.

Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H. e Santos, M (Org). *Cadernos Didácticos de Ciências*. Lisboa: DES, 79-97.

Leite, L. e Esteves, E. (2005). Análise crítica de actividades laboratoriais: Um estudo envolvendo estudantes de graduação *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 4(1), 1-19.

Lock, R. (1998). A history of practical work in school science and assessment, 1860-1986. *School Science Review*, 70 (250), 115-119.

Lopes, J.B. (2004). *Aprender a ensinar Física*. Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Martins, I.P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1-13.

Massey, B.S. (1984). *Mechanics of Fluids*, Chap 6, pp. 177, Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., Berkshire, pp.174.

Ministério da Educação. (2000). *Desenvolver, Consolidar, Orientar*. Lisboa: Autor.

Ministério da Educação (2001a). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais* Lisboa: DEB.

Ministério da Educação (2001b). *Programa de Física e Química: 10º ou 11º anos*. Lisboa: DES.

Morgado, F., Pinho, R. Leão, F. (2000). *Para um ensino interdisciplinar e experimental da Educação Ambiental*. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, ISBN 972-707-274-7.

Nagem, R.L. (1997). *Expressão e recepção do pensamento humano e sua relação com o processo de ensino e aprendizagem no campo das Ciências e da Tecnologia – Imagens, metáforas e analogias*. Seminário de Metodologia de ensino na área da Educação em Ciências. Concurso Público para o Magistério Superior do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte. pp.55.

Novak, J.D. e Gowin, D.B. (1988). *Aprendendo a aprender*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, S.A.

Oliva, J., Aragón, M., Mateo, J. e Bonat, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 453-470.

Oliva, J.M. (2003). Rutinas y Guiones del Profesorado de Ciencias ante el Uso de Analogías como Recurso de Aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1).

Oliveira, M. (1996). *A metáfora, uma analogia e a construção do conhecimento científico não tem e ensino na aprendizagem. Uma abordagem didáctica*. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Osborne, R. e Freyberg, P (1985). *Learning in science: As implicações da ciência para crianças*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Pontecorvo, C. (2004). *Thinking with others: the social dimension of learning in families and schools*. In A.-N. Perret-Clermont, C. Pontecorvo, L.B. Resnick, T.

Roldão, M.C. (1999). *Os Professores e a Gestão do Currículo – perspectivas e práticas em análise*. Porto Editora, Porto.

Roldão, M.C. (2000). *Os Desafios da profissionalidade e o currículo*. Universidade de Aveiro, CIFOP.

Santos, M. (1999) *Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em forças de mudança da natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa, Livros Horizonte, ISBN 972-24-1076-8.

Santos, M. (2001). *A Cidadania na “Voz” dos Manuais Escolares*. Lisboa, Livros Horizonte, ISBN 972-24-1132-2

Santos, M.E. e Praia, J.F. (1991). Dimensão epistemológica no ensino das ciências. *In: M.T.Oliveira (Org.) - Didáctica da Biologia*, p.45-72. Lisboa, Universidade Aberta.

Santos, M.E. e Praia, J.F. (1992). Percurso de mudança na Didáctica das Ciências: Sua fundamentação epistemológica. *En: F. Cachapuz (Ed.) Ensino de Ciências e Formação de Professores*. N. 1, Projeto MUTARE. (7-34). Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

Serway, R.A. e Jewett, J.W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers*. 6th Edition, ISBN: 0534408427.

Valadares, J. (2004). *Estratégias construtivistas e investigativas no ensino das ciências*. Texto apresentado no Encontro “O Ensino das Ciências no âmbito os Novos Programas”, 4 de Maio: FEUP – Porto.

Wellington, J. (1981). What's supposed to happen sir? Some problems with discovery learning. *Schools Science Review*, 63(222), 1167-1173.

Legislação consultada

Lei nº 46/1986 de 14 de Outubro. *Diário da República*, nº237, Série I - Lei de Bases do Sistema Educativo.

Decreto-Lei nº43/1989, de 3 de Fevereiro. *Diário da República*, nº29, Série I - Estabelece o regime jurídico de autonomia das escolas oficiais dos 2º e 3º ciclos do ensino básico e do ensino secundário.

Decreto-Lei nº286/1989, de 29 de Agosto. *Diário da República*, nº198, Série I - Aprova os planos curriculares dos ensinos básico e secundário.

Decreto-Lei nº6/2001 de 18 de Janeiro. *Diário da República*, nº15, Série I-A - Aprova a reorganização curricular do ensino básico.

Departamento de Educação Básica / Ministério da Educação. (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

Departamento de Educação Básica / Ministério da Educação. (2001). *Orientações Curriculares - Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

Decreto-Lei nº 74/2004 de 26 de Março. *Diário da República*, nº73, Série I-A - Estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão curricular, bem como da avaliação das aprendizagens, ao nível secundário de educação.

Lei nº49/2005. Lei de Bases do Sistema Educativo, 30 de Agosto.

Decreto-Lei nº272/2007, de 26 de Julho. *Diário da República*, Nº143 - Série I – Promove reajustamentos no Decreto-Lei nº 74/2004, de 26 de Março.

ANEXOS

ANEXO 1

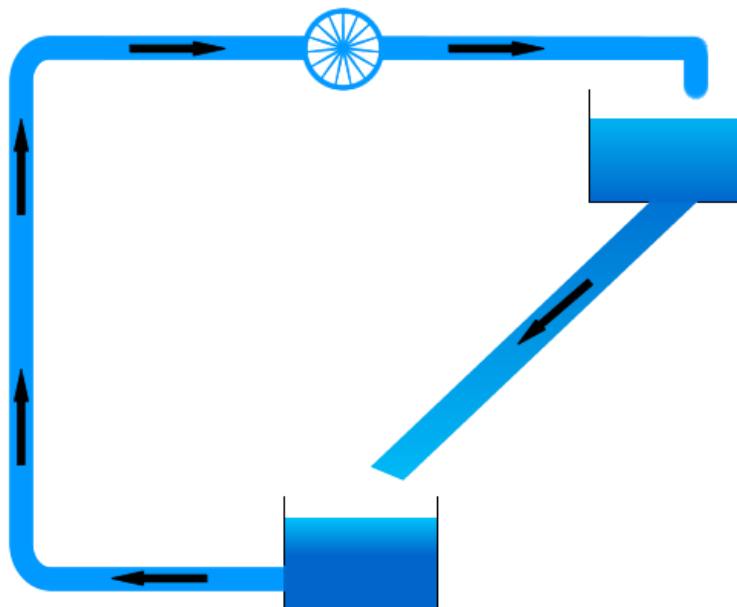
Planificação da Oficina Pedagógica



Oficina Pedagógica

O uso das analogias no Ensino das Ciências

O caso dos circuitos eléctricos





Oficina Pedagógica sobre o uso das analogias no Ensino das Ciências

– o caso dos circuitos eléctricos

Introdução

O actual Currículo Nacional não deve esquecer a educação *em* Ciência – aprendizagem conceptual, no entanto deve valorizar a educação *sobre* a Ciência – através de reflexões meta científicas sobre a Ciência e, acima de tudo, deve preocupar-se com a educação *pela* Ciência – intervindo numa dimensão formativa e cultural, valorizando objectivos de formação pessoal e social (Santos, 1999).

Torna-se importante dar à Ciência um significado mais relevante para os alunos, levando em conta as suas aprendizagens, devendo-se orientar o currículo para a acção, para questões de valores e para a responsabilidade social, apostando em currículos de ciências mais tecnológicos e humanamente mais relevantes, havendo um crescente interesse pela “cultura do fazer”.

De facto, segundo Cachapuz *et al.* (2002) é fundamental que cada problema seja convertido numa actividade de pesquisa, em que os estudantes se envolvam de modo a aprenderem significativamente com ela. Assim, as aprendizagens são fruto de atitudes investigativas e construtivistas, envolvendo a construção activa e significativa dos conhecimentos e tornando-os úteis e utilizáveis no dia-a-dia.

O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo (Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais p.129).

As analogias são consideradas como uma ferramenta do pensamento, porque permitem compreender o desconhecido através de fenómenos ou

conceitos por nós já conhecidos, podendo assim fornecer aos alunos um nível de conforto e segurança que lhes permita ligar o seu mundo ao mundo das teorias e abstracções (Bloom, 1992). Quando a analogia é utilizada para produzir conhecimento, não basta que apenas os dois domínios tenham muitas semelhanças, é necessário que exista uma relação estrutural que se aplica num domínio conhecido (domínio base) possa também ser aplicada no outro domínio (domínio alvo) (Gentner, 1983).

A relação entre estruturas dos dois domínios, induz uma maneira de raciocínio na compreensão dos fenómenos desconhecidos, idêntica à utilizada no domínio conhecido.

A analogia constitui um tipo de recurso útil e frequente tanto na vida quotidiana como no contexto escolar (Oliva, 2003). É, então, importante conhecer como se utiliza a analogia num lugar privilegiado onde o conhecimento está a ser construído, ou seja, na sala de aula. Aqui, a analogia pode ser utilizada como ferramenta pedagógica ou como instrumento de avaliação da aprendizagem e está presente em muitas explicações que os professores de Ciências utilizam nas suas aulas, no sentido de as tornar mais motivantes e cativantes. Apesar de generalizado o seu uso, a sua utilização como recurso na sala de aula chegou a ser questionada, dividindo-se a opinião entre defensores e não defensores desta estratégia didáctica (Oliva, 2003).

Duit (1991) enfatiza que quando as analogias são usadas em contexto de ensino devem obedecer a uma orientação sistemática e os professores não podem deixar de estar atentos e certificarem-se que,:

- Por mais simples que seja a semelhança entre o domínio base e o alvo, o aluno saiba as limitações de cada um deles;
- Os alunos conhecem bem o domínio base de modo a poderem transferir a informação para o domínio alvo;
- O domínio base não deve conter conceitos científicos, pois caso estes não estejam bem apreendidos os futuros também o não serão;
- Se o domínio alvo conter conceitos mais alargados é aconselhável usar mais do que uma analogia, para evitar dificuldades caso não seja compreendido com apenas uma;

- O aluno identifica tanto as semelhanças mais simples quanto as semelhanças mais elaboradas.

Assim sendo, para que as analogias possam ser usadas como uma ferramenta eficaz no ensino das ciências, é essencial um conhecimento pedagógico por parte do professor que inclua:

- Adequação da analogia com o público-alvo;
- A concepção de que a analogia não fornece todos os conceitos alvo e que múltiplas analogias alcançam melhor o objectivo;
- Ter em conta que nem todos os alunos entendem as múltiplas analogias, pois esperam apenas uma simples explicação do fenómeno.

A formação do professor deve abranger desde um sólido conhecimento sobre o assunto, até a adaptação de uma linguagem adequada que, por sua vez, deverá ser aplicada quando necessário.

As pesquisas têm demonstrado que quando usadas eficazmente, as analogias são uma ferramenta com valor pedagógico, que devem ser valorizadas em contexto de sala de aula e é nosso objectivo o aprimoramento da prática experimental.

A preocupação em tentar melhorar o processo ensino e aprendizagem não é uma ideia recente, e o uso de analogias devidamente contextualizadas com o dia-a-dia dos alunos pode ajudar a entender melhor certos fenómenos físicos mais abstractos, contribuindo assim para um melhor ensino e mais sucesso na aprendizagem.

Para atingir a excelência do ensino é essencial a formação de professores com vista ao alargamento das suas práticas lectivas. Neste sentido, parece-nos que esta Oficina Pedagógica possa ser um valioso contributo para os professores que procuram novas linhas orientadoras para diversificar o seu processo ensino e aprendizagem e contribuir para uma escola melhor.

Os modelos analógicos são um recurso didáctico de bastante relevo no Ensino das Ciências, particularmente no ensino e aprendizagem de conceitos abstractos. Esta oficina pretende contribuir para ajudar os professores a organizar e explorar estes recursos, construindo visões mais fundamentadas e críticas.

Neste sentido serão realizadas e discutidas actividades práticas relacionadas com conceitos de electricidade, recorrendo a materiais simples e acessíveis.

Duração da oficina: 4 horas

Objectivos:

- Reflectir sobre potencialidades e limitações do uso de modelos e analogias no ensino e aprendizagem de Ciências;
- Familiarizar os professores com as potencialidades didácticas de um modelo analógico construído para a abordagem de conceitos de electricidade para alunos do 9º ano;
- Contribuir para que os professores adoptem práticas reflectidas, fundamentadas de acordo com as actuais perspectivas de ensino das ciências e subjacentes ao programa de Físico-Química do 9ºano.
- Defender, pela experiência da prática lectiva, que o uso de analogias ajuda os alunos a compreender conceitos complexos e abstractos.
- Desenvolver a valorização da estratégia das analogias no Ensino das Ciências.

Competências:

- Comunicar oralmente de uma forma adequada e trabalhar em equipa.
- Capacidade de fazer uma análise crítica sobre o trabalho realizado.
- Capacidade de usar as analogias de uma forma reflectida.

Recursos utilizados na Oficina

- Vário material de Laboratório.
- Software apropriado para registo dos resultados (Excell).

Destinatários

A oficina tem como destinatários professores do Ensino Secundário, do Grupo 510, 530 e 540 num máximo de 12 professores.

Descrição do desenvolvimento das actividades

Esta oficina será organizada em 4 partes:

Parte I: Breve contextualização desta Oficina Pedagógica, que pretende ser um valioso contributo para a formação dos professores que procuram novas linhas orientadoras para diversificar o seu processo ensino e aprendizagem e contribuir para uma escola melhor. Com vista ao alargamento das suas práticas lectivas no Ensino das Ciências, iremos abordar mais uma ferramenta alternativa, o uso das analogias no Ensino das Ciências, que pode ajudar a entender melhor certos fenómenos físicos mais abstractos, contribuindo assim para um melhor ensino e mais sucesso na aprendizagem. O tema didáctico e pedagógico “Electricidade” subjacente ao programa de Físico-Química do 9º ano, servirá de base à actividade proposta.

Parte II: Os participantes, em pequenos grupos, exploram o tema didáctico dos circuitos eléctricos utilizando a analogia do circuito da água com o circuito eléctrico. Como a electricidade é um conceito físico muito abstracto, torna-se muito difícil compreender as suas leis. Com a realização desta actividade, usando o circuito da água, conhecido por todos nós, pretende-se visualizar um sistema cujas leis e comportamento é idêntico ao da electricidade, manipulando materiais simples, pretendemos ver e identificar grandezas, como por exemplo o caudal da água e compará-la com a corrente eléctrica. Iremos identificar as similaridades encontradas entre os dois sistemas e através da analogia, iremos transferir o conhecimento que temos do domínio conhecido que é a água, para um domínio desconhecido que é a electricidade, estabelecendo as suas limitações, tornando-se assim bastante mais fácil a compreensão do funcionamento do circuito

eléctrico. A actividade usa material de laboratório de custo muito acessível e vai ser manipulada seguindo um guião de suporte.

Parte III: Partilha e discussão dos trabalhos realizados pelos grupos. Pretende-se que os participantes partilhem as experiências das suas práticas lectivas, confrontem as orientações didácticas sugeridas na oficina com aquelas que geralmente adoptam nas suas práticas lectivas, identificando as limitações e potencialidades e se consideram viável a aplicação da actividade na sala de aula.

Parte IV: Nesta parte final pretende-se que os formandos avaliem a realização da oficina através do preenchimento de um questionário.

Referências Bibliográficas

Bloom, J. (1992). Contextual flexibility – Learning and change from cognitive sociocultural, and physical context perspectives. *In S.Hills. The history and philosophy science in science education*, v.1. Kingston, Ontario: Queen's University. 115-125.

Capachuz, A. *et al.*, (2002), *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*, Lisboa, Ministério da Educação.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

Gentner, D. e Gentner, D.R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: mental models of eletricity. *In: Mental models Organizado por Gentner, D. & Stevens, A. L. Hillsdale*. NJ: ERLBAUM.

Oliva, J.M. (2003). Rutinas Y Guiones del Profesorado de Ciencias ante el Uso de Analogias como Recurso de Aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1).

Santos, M. (1999). *Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em forças de mudança da natureza científica, tecnológica e social*. Lisboa, Livros Horizonte, ISBN 972-24-1076-8.

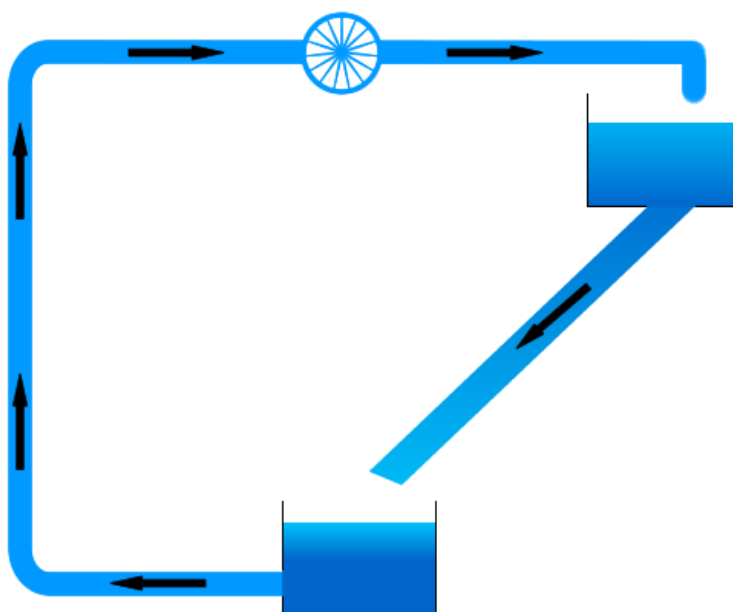
ANEXO 2

Guião de apoio ao professor

Guião de apoio ao Professor

Estudo do circuito eléctrico

Analogia ao circuito da água



Enquadramento teórico

Circuito eléctrico simples

Electricidade é um fenómeno físico originado por cargas eléctricas estáticas ou em movimento e pela sua interacção. Há dois tipos de cargas eléctricas, chamadas positivas e negativas. As cargas de nome igual (mesmos sinais) repelem-se e as de nomes distintos (sinais diferentes) atraem-se. Os electrões que estão mais afastados do núcleo com muita facilidade são atraídos por outros átomos. Em substâncias, como os metais, abundam os electrões livres. Desta maneira, um corpo fica carregado electricamente graças à reordenação dos electrões. Um átomo normal tem quantidades iguais de carga eléctrica positiva e negativa, portanto é electricamente neutro. A quantidade de carga eléctrica transportada por todos os electrões do átomo, que por convenção são negativas, está equilibrada pela carga positiva dos protões localizada no núcleo. Se um corpo contém um excesso de electrões ficará carregado negativamente. Ao contrário, com a ausência de electrões, um corpo fica carregado positivamente, devido ao facto de que há mais cargas eléctricas positivas no núcleo.

Bons condutores são na grande maioria da família dos metais: ouro, prata e alumínio, assim como alguns novos materiais de propriedades físicas alteradas denominados supercondutores. Já a porcelana, o plástico, o vidro e a borracha são maus condutores, pois são materiais que não permitem o fluxo da electricidade.

A corrente eléctrica é um fluxo de electrões que circula por um condutor quando entre as suas extremidades se registar uma diferença de potencial, geralmente obtida através de uma bateria. Esta diferença de potencial chama-se tensão. A facilidade ou dificuldade com que a corrente eléctrica atravessa um condutor é conhecida como resistência.

Os electrões e a corrente eléctrica não são visíveis mas pode-se comprovar a sua existência ligando, por exemplo, uma lâmpada a uma bateria. Entre os

terminais do filamento da lâmpada existe uma diferença de potencial causada pela bateria, logo, circulará uma corrente eléctrica pela lâmpada e portanto ela irá “brilhar”. A relação existente entre a corrente, a tensão e a resistência é expressa por $U = RI$, e denomina-se Lei de Ohm, em homenagem a George Ohm. Segundo a Lei de Ohm, a diferença de potencial U entre dois pontos de um condutor medida em volts é proporcional à corrente eléctrica I , medida em amperes que o percorre e à resistência eléctrica R do circuito medida em ohms. Porém, nem sempre essa lei é válida, pois depende do material que é usado para fazer a resistência. Quando a Lei de Ohm é aceite para um determinado material, a resistência em questão denomina-se resistência óhmica ou linear. Um exemplo de componente electrónico que não possui uma resistência linear é o díodo.

Quando uma corrente eléctrica é estabelecida num condutor metálico, um número muito elevado de electrões livres passa a deslocar-se nesse condutor. Nesse movimento, os electrões encontram uma certa dificuldade para se deslocar, isto é, existe uma resistência à passagem da corrente no condutor. Para medir essa resistência, os cientistas definiram uma grandeza que denominaram resistividade eléctrica ρ , cuja unidade é $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ou Ωm e que pode ser obtida por $R = \rho \frac{\ell}{s}$, em que ℓ representa o comprimento do condutor em metros e s a área da secção recta do condutor em mm^2 ou m^2 .

A resistividade eléctrica de um condutor depende do material de que é feito e da temperatura à qual ele se encontra.

Resistências são componentes de um circuito eléctrico que têm por finalidade oferecer uma oposição à passagem de corrente eléctrica, através de seu material. O valor de uma resistência de carbono pode ser facilmente identificado de acordo com as cores que apresenta na cápsula que envolve o material resistivo, ou então usando um instrumento de medida chamado ohmímetro.

O código de cores, utilizado nas resistências é ilustrado pela Figura 1, onde a leitura para a informação do valor da resistência, começa sempre a partir da extremidade que não contenha as cores prata e dourado. As duas primeiras cores formam um número com 2 algarismos, a terceira cor representa o expoente da

potência de 10 que multiplica pelo número anterior e finalmente a quarta cor indica a tolerância da resistência, em percentagem.

Tabela de Cores para Resistências

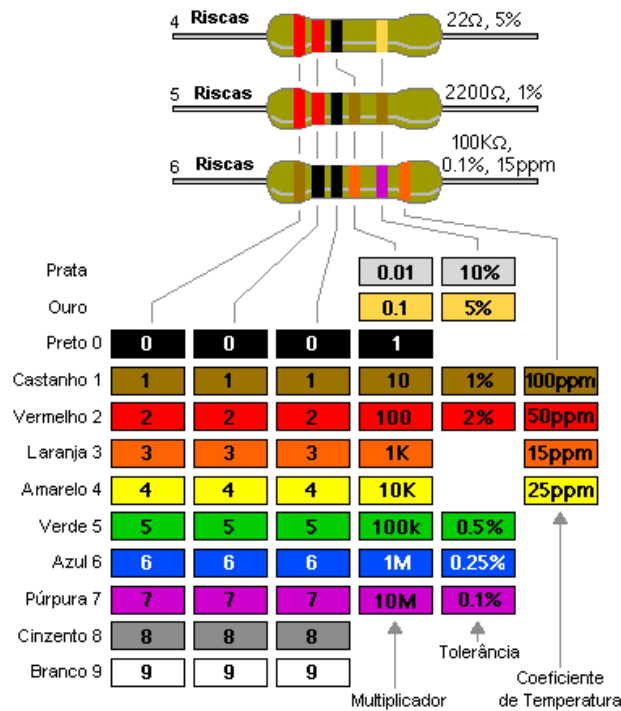


Figura 1: Código de cores para resistências

De salientar que a ausência da faixa de tolerância indica um valor a ser assumido de $\pm 20\%$.

As resistências de precisão apresentam cinco faixas, onde as três primeiras representam o primeiro, segundo e terceiro algarismos significativos e as demais, respectivamente, o factor multiplicativo e a tolerância.

Podemos efectuar a leitura do valor das resistências através de um aparelho chamado multímetro, como se mostra na Figura 2. O valor da resistência é indicado no visor do multímetro quando as pontas de prova estão ligadas aos terminais da resistência.



Figura 2: Multímetro e Pontas de Prova

Como usar um multímetro

Na Figura 3 estão indicados números para a identificação de alguns pontos necessários ao funcionamento do multímetro na actividade proposta.



Figura 3: Comandos do multímetro

O número 1 indica o botão de ligar e desligar. O número 2 indica o comutador central que tem a função de escolher a escala e o tipo de grandeza a ser medida: tensão, intensidade de corrente e resistência. Nunca ligar o instrumento a uma tensão antes de escolher a escala a usar.

Os bornes de entrada do multímetro são os terminais através dos quais ligamos o instrumento de medida ao circuito ou componente, o borne assinalado com o número 3 (COM) é o terminal comum ou negativo (no caso de medida que tenha polaridade), o borne assinalado com o número 4 (V; Ω) é o terminal positivo para medir tensão em volts e resistência em ohms e o borne assinalado com o 5 é o terminal positivo para medir a intensidade de corrente em miliamperes.

Como usar uma fonte de tensão

Na Figura 4 estão indicados números para a identificação dos botões de funcionamento da fonte de tensão, equipada com saídas reguláveis, usada na actividade proposta.



Figura 4: Fonte de tensão contínua

Assim, o número 1 indica o botão de ligar e desligar, o número 2 o modo de operação das duas fontes reguláveis, podendo funcionar em série, paralelo ou

independentes. O número 3 indica o controlo da fonte da direita, o número 4 o controlo da fonte da esquerda e o 5 o controlo para a fonte fixa de 5 volts.

O terminal assinalado na fonte de tensão com a cor preta é o negativo, a cor vermelha é o positivo e o azul é a massa ou potencial zero.

Actividade I: Aplicação da Lei de Ohm

O objectivo desta actividade experimental é verificar a Lei de Ohm quando é usado o circuito simples indicado na Figura 5 para uma resistência óhmica.

Para a realização da actividade é necessário o seguinte material, disponível em qualquer escola:

- Uma fonte de tensão contínua
- Uma resistência
- Dois multímetros
- Fios condutores

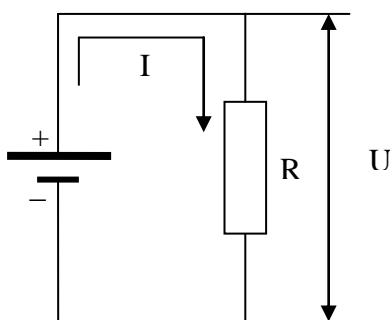


Figura 5: Circuito simples

Proposta para o procedimento experimental

A resistência deve ser ligada à fonte de tensão como se mostra na Figura 5.

Depois da montagem do circuito simples, varie a diferença de potencial, usando o botão da fonte de tensão (3 ou 4) e registe para cada valor de U o correspondente valor de I , indicado no amperímetro.

Observações:

O multímetro em modo de voltímetro deve estar sempre ligado em paralelo aos terminais da resistência ou aos terminais da fonte de tensão. O multímetro em modo de amperímetro deve estar sempre ligado em série com os restantes elementos do circuito.

Para a segurança do multímetro deve escolher sempre no início e para cada variável medida (resistência, intensidade de corrente e tensão) a escala de maior valor.

Os valores observados devem ser registados na Tabela 1. Nesta proposta de trabalho é considerada para a mesma resistência, a possibilidade de registo de dois valores de tensão e correspondentes intensidades de corrente.

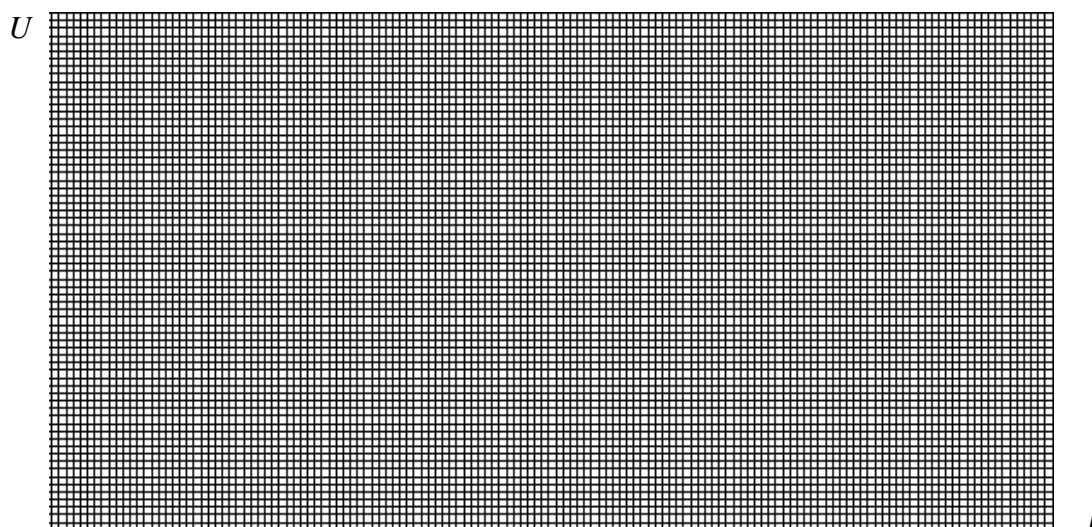
Tabela 1

	U	I	$R = \frac{U}{I}$
Unidades			
Experiência 1			
Experiência 2			
Média de R			

Uma alternativa para avaliar a resistência é através da utilização de um gráfico. A ordenada deve ser identificada pelo U e a abcissa pelo I .

Escolhendo a escala adequada os dados esperados são indicados no Gráfico 1.

Gráfico 1



A Lei de Ohm mostra que $U = RI$, nestes termos o declive da recta é a resistência (lembre que o valor zero tem significado físico). Por outro lado o conhecimento do valor da resistência pode ser feito a partir da escala de cores indicada na Figura 1. Assim, para saber se o valor da resistência determinada analiticamente ou através de um gráfico é aceite, deve-se ter em atenção não só às cores marcadas na resistência, mas também à sua tolerância. Esta serve para

calcular os limites entre os quais se encontrará o valor real da resistência, ou seja, $R = \bar{R} \pm \Delta R$ em que \bar{R} é o valor mais provável e ΔR a incerteza da resistência.

Consideração final

Esta actividade pretende desenvolver competências nos alunos tendo por base a operação da Lei de Ohm. Espera-se que destrezas e técnicas de observação sejam também desenvolvidas.

Actividade II - Associação de resistências

O objectivo desta actividade experimental é verificar o comportamento das resistências quando associadas em série ou em paralelo nos circuitos eléctricos simples.

Na associação em série todas as resistências são percorridas pela mesma corrente eléctrica. As resistências, neste caso duas, são ligadas uma a seguir à outra, existindo apenas um caminho para a corrente eléctrica, como se ilustra na Figura 6.

Nas resistências ligadas em série a soma do valor da diferença de tensão aos terminais da cada uma é igual ao valor da diferença de tensão da fonte, o que pode ser traduzido pela expressão

$$U = U_1 + U_2$$

Pela Lei de Ohm, sabemos que $U = RI \leftrightarrow U = R_{eq} I$

Assim sendo e por substituição, obtém-se

$$R_{eq} I = R_1 I_1 + R_2 I_2$$

Mas a intensidade de corrente I é igual a I_1 e I_2 . Nestes termos

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

O efeito no circuito pela presença destas duas resistências em série é equivalente ao de uma só resistência chamada de resistência equivalente.

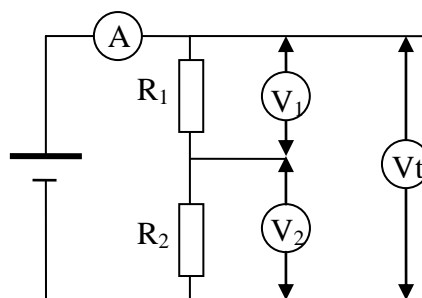


Figura 6: Circuito com resistências em série

A Figura 7 mostra um exemplo com o resultado obtido para a associação em série de duas resistências diferentes.

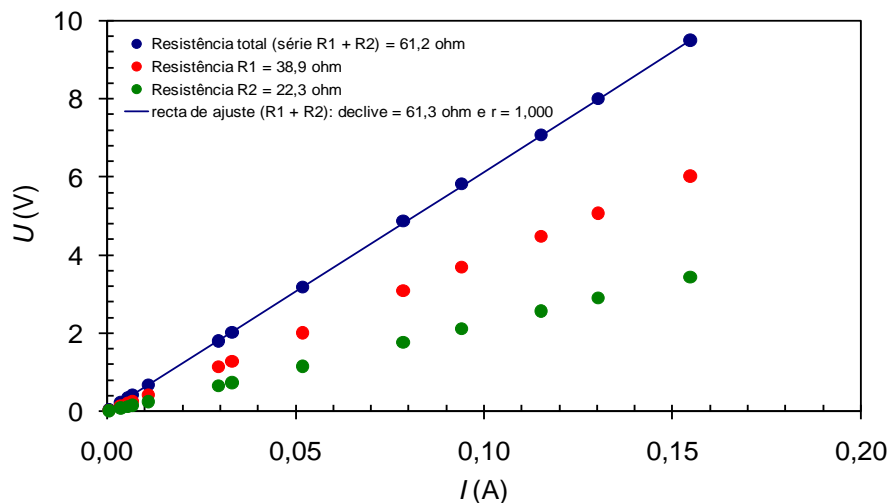


Figura 7: Exemplo duma associação em série de duas resistências diferentes

Na associação de resistências em paralelo, quando são usadas duas resistências, estas são ligadas de maneira a cada uma receber a mesma diferença de tensão, como se ilustra na Figura 7. Nesta associação existem dois ou mais caminhos para a intensidade da corrente eléctrica, e desta maneira, as resistências não são percorridos pela mesma intensidade de corrente eléctrica.

Tal facto pode ser traduzido pela lei dos nós, em que a intensidade da corrente I é igual à soma das intensidades de correntes de I_1 e I_2 , vindo

$$I = I_1 + I_2$$

A Lei de Ohm, pode ter também o aspecto $I = \frac{U}{R} \Leftrightarrow I = \frac{U}{R_{eq}}$, sendo assim, é possível escrever

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2}$$

Como $U = U_1 = U_2$, resulta

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

O efeito no circuito pela presença destas duas resistências em paralelo é equivalente ao de uma só resistência chamada de resistência equivalente.

Nestas circunstâncias a resistência equivalente será obtida a partir da expressão

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

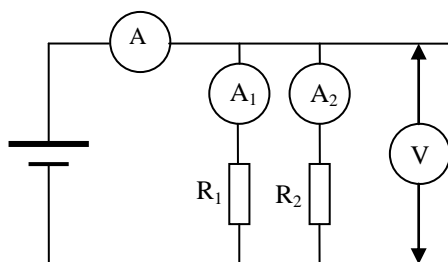


Figura 8: Circuito com resistências em paralelo

A Figura 9 mostra um exemplo com o resultado obtido para a associação em paralelo de duas resistências diferentes.

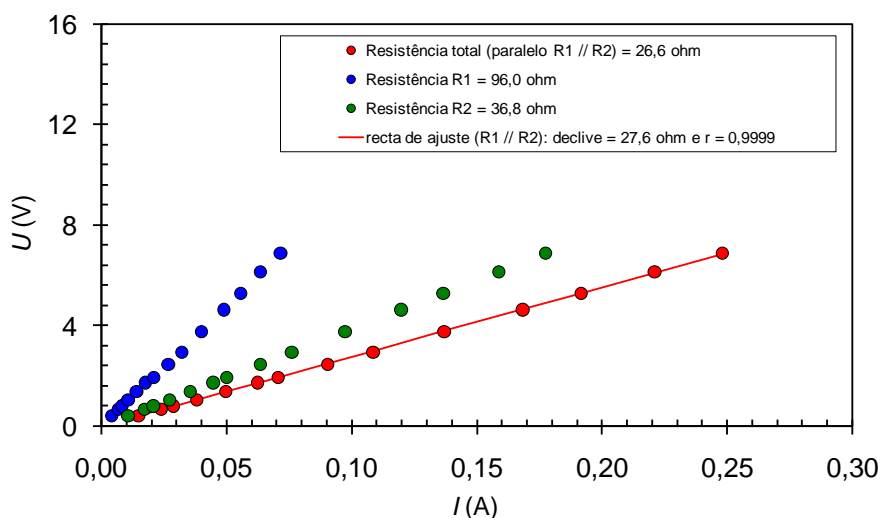


Figura 9: Exemplo duma associação em paralelo de duas resistências diferentes.

Consideração final

Esta actividade pretende desenvolver competências nos alunos tendo por base a associação de resistências em série e em paralelo. Espera-se que destrezas e técnicas de observação sejam também desenvolvidas.

Actividade III – A lei de Ohm e a lei de *Poiseuille*

É um objectivo verificar as similaridades do circuito eléctrico simples com o circuito da água. Para o efeito vai usar-se a lei de Poiseuille para tubos capilares, em que a resistência ao escoamento deve ser elevada. A expressão da Lei de Poiseuille é $\Delta p = R_{esc} Q$ em que Δp representa a diferença de pressão entre duas secções, R_{esc} a resistência ao escoamento e Q o caudal do líquido que é medido pelo quociente entre o volume de líquido escoado durante um intervalo de tempo.

A resistência ao escoamento é dada pela expressão

$$R_{esc} = \frac{8\mu L}{\pi r^4}$$

em que μ é a viscosidade dinâmica do líquido, L o comprimento do tubo e r o raio do tubo.

Para a efectivação da analogia entre a Lei de Ohm e a Lei de Poiseuille considerou-se que a diferença de pressão Δp corresponde à diferença de potencial U , o caudal Q à intensidade de corrente I e a resistência ao escoamento R_{esc} à resistência eléctrica R . A Figura 10 mostra a actividade experimental que pode ser usada.



Figura 10: Circuito simples com água

O valor da resistência ao escoamento é determinado pelo quociente entre a diferença de pressão e o correspondente caudal

$$R_{esc} = \frac{\Delta p}{Q}$$

A diferença de pressão é determinada a partir da utilização do princípio da hidrostática, a saber

$$\Delta p = \rho g \Delta h$$

em que ρ é a massa volúmica do líquido, g a aceleração da gravidade e Δh o desnível ou altura entre níveis.

O caudal Q é calculado através da fórmula

$$Q = \frac{V}{\Delta t}$$

onde o volume de água é recolhido numa proveta graduada durante um determinado tempo, que é medido com o auxílio de um cronómetro.

Procedimento experimental

Fazendo variar o valor de Δh é possível obter diferentes valores de caudal. A Figura 11 mostra um exemplo dos resultados obtidos quando se usam dois tubos com diferentes diâmetros.

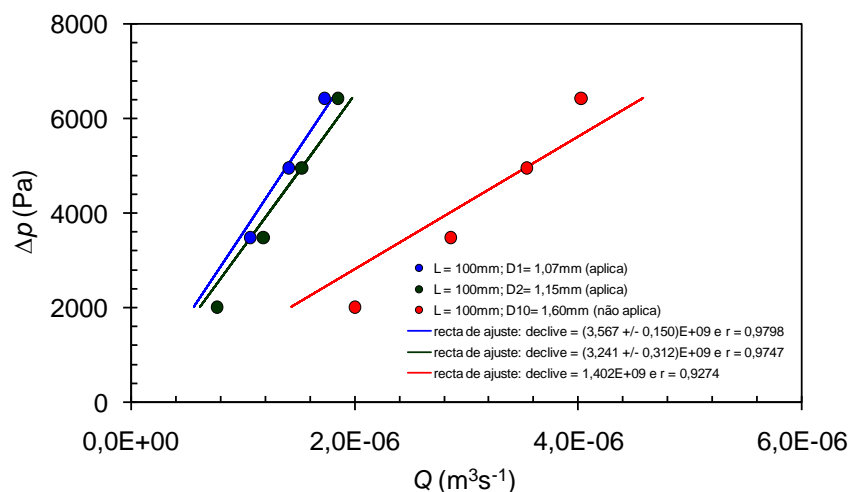


Figura 11: Exemplo de gráfico a obter (líquido: água; viscosidade 10^{-3} Pa.s)

Para a realização experimental são necessários dois tubos com diâmetros de 1,07 mm e 1,15 mm, respectivamente e com um comprimento de 100 mm.

Para a obtenção dos dados deve usar-se duas alturas, por exemplo 35 cm e 65 cm.

Obtido o caudal para um tubo e para uma determinada diferença de pressão (varia com a diferença de altura), estes valores devem ser registados na tabela 2.

Tabela 2

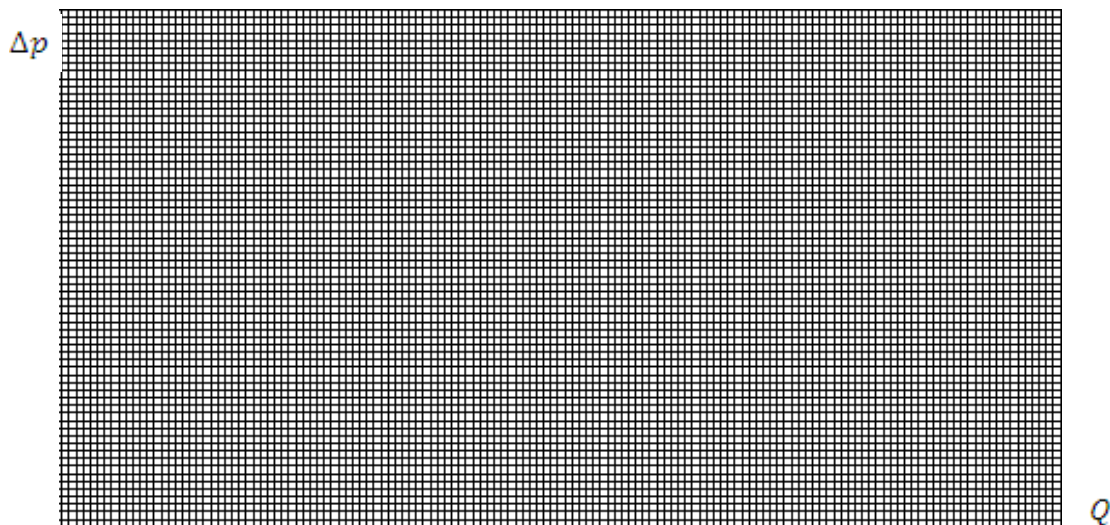
(Tubo 1 com 1,07 mm de diâmetro)									
h (cm)	V_1 (ml)	V_2 (ml)	t_1 (s)	t_2 (s)	Q_1 (cm ³ /s)	Q_2 (cm ³ /s)	$Q_{\text{médio}}$ (cm ³ /s)	Δp (Pa)	R_{esc} (Pa.s/cm ³)
65									
35									
(Tubo 2 com 1,15 mm de diâmetro)									
h (cm)	V_1 (ml)	V_2 (ml)	t_1 (s)	t_2 (s)	Q_1 (cm ³ /s)	Q_2 (cm ³ /s)	$Q_{\text{médio}}$ (cm ³ /s)	Δp (Pa)	R_{esc} (Pa.s/cm ³)
65									
35									

O valor da resistência ao escoamento pode ser obtido analiticamente, ou seja

$$R_{\text{esc}} = \frac{\Delta p}{Q}$$

Em alternativa a resistência ao escoamento pode ser obtida por recurso ao uso de um gráfico. Neste caso, a ordenada deve identificar a diferença de pressão Δp e a abcissa o caudal Q .

Gráfico 2



Tenha em consideração que o 0 (zero) tem significado físico. Com os dados obtidos de Δp e Q , determine o declive da recta que melhor se ajuste aos pontos experimentais. O declive será o valor da resistência ao escoamento.

Consideração final

Esta actividade pretende desenvolver competências nos alunos tendo por base a operação da Lei de Poiseuille em tubos capilares para verificar as similaridades com a Lei de Ohm dos circuitos eléctricos simples.

Espera-se que destrezas e técnicas de observação sejam também desenvolvidas.

Actividade IV – Associação de tubos

Seguidamente é útil investigar se a lei de Poiseuille é uma analogia que pode ser aceite, quando se usa a Lei de Ohm para circuitos eléctricos simples, em que agora as resistências eléctricas são substituídas por tubos capilares que serão ligados em série e em paralelo. A Figura 12 mostra um exemplo dos resultados obtidos quando se usam tubos com diferentes diâmetros.

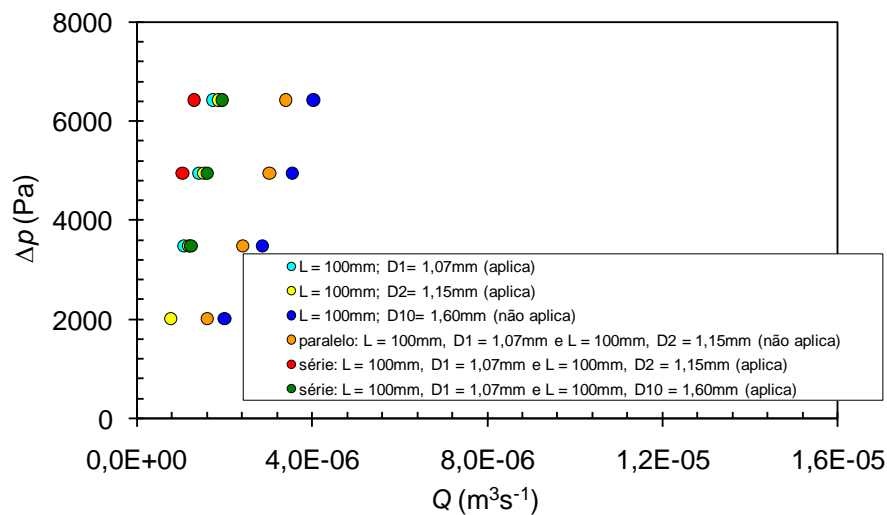


Figura 12: Exemplo de gráfico a obter (líquido: água; viscosidade 10^{-3} (Pa.s))

A observação visual permite compreender que o caudal numa associação em série diminui substancialmente, o que equivale a afirmar que a resistência ao escoamento aumentou. O contrário se passará na associação de tubos em paralelo.

Para a realização experimental propõe-se apenas um Δh ou Δp .

Tabela 3

Associação em série (Tubo 1 e Tubo 2)									
h (cm)	V_1 (ml)	V_2 (ml)	t_1 (s)	t_2 (s)	Q_1 (cm ³ /s)	Q_2 (cm ³ /s)	$Q_{\text{médio}}$ (cm ³ /s)	Δp (Pa)	R_{esc} (Pa.s/cm ³)
50									
Associação em paralelo (Tubo 1 e Tubo 2)									
h (cm)	V_1 (ml)	V_2 (ml)	t_1 (s)	t_2 (s)	Q_1 (cm ³ /s)	Q_2 (cm ³ /s)	$Q_{\text{médio}}$ (cm ³ /s)	Δp (Pa)	R_{esc} (Pa.s/cm ³)
50									

Conhecidos os valores das resistências obtidos na Tabela 3 é possível investigar se a Lei de Ohm é aplicável e se pode ser considerada uma boa analogia para o ensino e aprendizagem.

Consideração final

Esta actividade pretende desenvolver competências nos alunos tendo por base a associação de tubos capilares para verificar as similaridades com a associação de resistências eléctricas.

Espera-se que destrezas e técnicas de observação sejam também desenvolvidas.

ANEXO 3

Pedido de autorização à Escola

Exmo. Sr.

Director da Escola Secundária de Estarreja

A preocupação em tentar melhorar os processos de ensino e aprendizagem é um pilar fundamental na prática docente, e o uso de analogias devidamente contextualizadas com o dia-a-dia dos alunos pode ajudar a entender melhor certos fenómenos físicos mais abstractos, contribuindo assim para um melhor ensino e mais sucesso na aprendizagem.

No âmbito do projecto de investigação, a ser realizado no contexto do Mestrado em Organização e Desenvolvimento Curricular da Universidade de Aveiro, pretende-se concretizar uma nova perspectiva de escola e de ensino das ciências baseado numa actividade experimental que procura fazer a analogia do circuito eléctrico com o circuito da água, numa tentativa de colmatar dificuldades sentidas na leccionação de conceitos tão abstractos como os da electricidade.

Assim, torna-se necessário, a realização duma oficina pedagógica no âmbito da formação de professores dos grupos de Físico-Química e Electrotecnia, para reflexão das potencialidades e limitações do uso de modelos e analogias no ensino e aprendizagem de Ciências, bem como familiarizar os professores com as potencialidades didácticas de um modelo analógico construído para a abordagem de conceitos de electricidade para alunos do 9º ano, pretendendo assim contribuir para que os professores adoptem práticas reflectidas, fundamentadas de acordo com as actuais perspectivas de ensino das ciências.

Peço gentilmente a V. Exa., que autorize a realização da Oficina Pedagógica com os professores dos grupos de Físico-Química e Electrotecnia

Neste estudo não haverá qualquer identificação relativa aos professores, ou à escola. Serão garantidas confidencialidade e anonimato, atribuindo a cada um dos participantes no estudo um código alfanumérico. Para garantir a privacidade de todos os participantes, não será, assim, revelada a sua identidade, quaisquer que sejam as circunstâncias.

Sem a Vossa colaboração não será possível a realização deste projecto de investigação que, com boas perspectivas, poderá contribuir para desenvolver a valorização da estratégia das analogias no Ensino das Ciências.

No caso de manifestar interesse poderão ser-lhe facultados os resultados do estudo posteriormente.

Desde já os nossos agradecimentos.

Com os melhores cumprimentos,


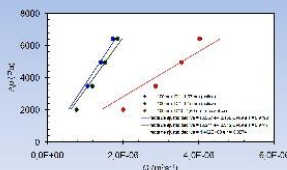

Margarida Teixeira

Aveiro, 25 de Março de 2009

ANEXO 4

Apresentação da Oficina Pedagógica

Apresentação da Oficina Pedagógica

<p>Oficina Pedagógica sobre o uso das analogias no Ensino das Ciências – o caso dos circuitos eléctricos</p> <p>Estudo do circuito eléctrico Analogia ao circuito da água</p>	<ul style="list-style-type: none"> As analogias são consideradas como uma ferramenta do pensamento, porque permitem compreender o desconhecido através de fenómenos ou conceitos por nós já conhecidos, podendo assim fornecer aos estudantes um nível de conforto e segurança que lhes permita ligar o seu mundo ao mundo das teorias e abstrações. 	<ul style="list-style-type: none"> Consideramos que os modelos analógicos são um recurso didáctico de bastante relevo no Ensino das Ciências, particularmente no ensino e aprendizagem de conceitos abstractos. Esta oficina pretende contribuir para ajudar os professores a organizar e explorar estes recursos, construindo visões mais fundamentadas e críticas. Neste sentido serão realizadas e discutidas actividades práticas relacionadas com conceitos de electricidade, recorrendo a materiais simples e acessíveis
<p>Actividade I: Aplicação da Lei de Ohm</p> <ul style="list-style-type: none"> O objectivo desta actividade experimental é verificar a Lei de Ohm quando é usado o circuito simples para uma resistência óhmica. 	<p>Actividade II - Associação de resistências</p> <ul style="list-style-type: none"> O objectivo desta actividade experimental é verificar o comportamento das resistências quando associadas em série ou em paralelo nos circuitos eléctricos simples. 	<p>Actividade III – A lei de Ohm e a lei de Poiseuille</p> <ul style="list-style-type: none"> É um objectivo verificar as similaridades do circuito eléctrico simples com o circuito da água. Para o efeito vai usar-se a lei de Poiseuille para tubos capilares, em que a resistência ao escoamento deve ser elevada. Analogia com a Lei de Poiseuille: diferença de pressão entre duas secções com ddo, resistência ao escoamento com R e caudal do líquido que é medido pelo quociente entre o volume de líquido escoado durante um intervalo de tempo com I.
<p>Exemplo de gráfico a obter (líquido: água; viscosidade 10^{-3} Pa.s)</p> 	<p>Actividade IV – Associação de tubos</p> <ul style="list-style-type: none"> É útil investigar se a lei de Poiseuille é uma analogia que pode ser aceite, quando se usa a Lei de Ohm para circuitos eléctricos simples, em que agora as resistências eléctricas são substituídas por tubos capilares que serão ligados em série e em paralelo. 	<p>Exemplo de gráfico a obter (líquido: água; viscosidade 10^{-3} Pa.s)</p> 

ANEXO 5

Questionário da Oficina sobre Analogias



Oficina Pedagógica sobre o uso das analogias no Ensino das Ciências

– o caso dos circuitos eléctricos

Questionário

Estimado(a) colega

Venho solicitar-lhe que responda ao presente questionário, que se integra num estudo a realizar no domínio da Organização Curricular e cuja finalidade será avaliar as potencialidades e limitações do uso e produção de analogias no ensino e aprendizagem de Ciências.

As suas respostas revelam-se da maior importância a fim de investigar possíveis dificuldades sentidas no ensino dos circuitos eléctricos através das experiências lectivas dos professores e da frequência ao recurso da analogia na sala de aula do circuito eléctrico com o circuito da água.

Tratando-se de um trabalho de investigação, é da maior importância que responda de forma cuidada a todas as questões apresentadas.

Neste contexto de responsabilização, eu, enquanto utilizador dos dados, comprometo-me a não fazer qualquer uso desta informação, a não ser em anonimato.

Muito obrigada pela colaboração.

1. Género: Masculino ☐ Feminino ☐

2. Formação académica:

Bacharelato ☐ Licenciatura ☐ Pós-graduação ☐ Mestrado ☐

Doutoramento ☐ Outra: _____

3. Há quantos anos lecciona?

Há menos de 5 ☐ Entre 5 e 20 ☐ Há mais de 20 ☐

4. Grupo Disciplinar: _____

5. Participação em Congressos ou Simpósios de Ensino da Física

Nenhuma ☐ De 1 a 3 ☐ Mais de 3 ☐

6. Recursos que utiliza na sala de aula:

Quadro ☐ Data show ☐ Livro ☐ Experiências de laboratório ☐

7. O que entende por analogias?

8. Poderia dar exemplos de analogias?

9. Utiliza analogias improvisadas ou conhecidas?

10. Na sua Formação Académica, teve alguma disciplina que considerou analogias? Qual(ais)?

11. Com que frequência usa analogias nas suas aulas?

Frequentemente	Algumas vezes	Raramente	Não tenho opinião

12. Considera que o uso de analogias na sala de aula:

	É sempre vantajoso
	Só é vantajoso se for previamente planeado
	Apresenta poucas vantagens
	Deve-se evitar
Outro:	

13. Tendo em conta a sua experiência lectiva, analise numa escala de 1 a 5 o seu grau de concordância com as seguintes afirmações:

(1 = discordo totalmente; 2 = discordo; 3 = sem opinião; 4 = concordo; 5 = concordo totalmente)

Afirmação	1	2	3	4	5
Os alunos mostram dificuldade na compreensão dos conceitos da Electricidade					
Os alunos mostram-se mais interessados quando uso analogias					
Os alunos compreendem mais facilmente os conteúdos depois de recorrer a analogias					
O sistema hidráulico constitui uma boa analogia com o sistema eléctrico					

14. No tema da electricidade geralmente, usa a analogia:

Com o circuito da água ☐

Com uma rua com carros em movimento ☐

Outra: _____

15. Quando usa a analogia com a água, fá-lo verbalmente ou através de actividade experimental?

Verbalmente ☐

Experimentalmente ☐

16. Tendo em conta a sua experiência lectiva, analise numa escala de 1 a 5 o seu grau de concordância com as seguintes afirmações:

(1 = discordo totalmente; 2 = discordo; 3 = sem opinião; 4 = concordo; 5 = concordo totalmente)

Afirmação	1	2	3	4	5
Os alunos conhecem bem o circuito da água.					
Os alunos identificariam sem dificuldade a correspondência entre a corrente eléctrica e o caudal da água					
Os alunos identificariam sem dificuldade a correspondência entre a diferença de potencial eléctrico e a diferença de pressão.					
Os alunos identificariam sem dificuldade a correspondência entre a resistência eléctrica e a resistência ao escoamento					
A analogia com o sistema hidráulico é muito importante no ensino e aprendizagem dos circuitos eléctricos					

17. Qual é a sua opinião sobre a eficiência pedagógica usando a analogia da actividade proposta?

Muito obrigada pela colaboração

ANEXO 6

Questionário de Avaliação da Oficina sobre Analogias



Oficina Pedagógica sobre o uso das analogias no Ensino das Ciências

O caso dos circuitos eléctricos

Avaliação da Oficina Pedagógica pelo Participante

É importante conhecer a sua opinião sobre a forma como decorreu a oficina pedagógica. Essa informação irá contribuir para o aperfeiçoamento de Oficinas futuras.

1. Assinale a resposta mais adequada a cada questão, utilizando uma escala de 1 a 5 pontos, em que:

1-Nada; 2-Pouco; 3-Suficiente; 4-Bastante e 5-Totalmente

1 - Objectivos e Conteúdos da Formação:	1	2	3	4	5
Os objectivos da Oficina Pedagógica foram atingidos (em relação à analogia)					
Os conteúdos aplicam-se à sua prática lectiva					
O tema foi apresentado de forma coerente e estruturada					
O conteúdo da formação foi bem doseado entre teoria e prática					

2 - Metodologias e meios utilizados:	1	2	3	4	5
A metodologia foi adequada aos objectivos da formação					
Os meios audiovisuais utilizados foram adequados					
Os documentos e materiais disponibilizados continham orientações práticas					
Os formandos foram envolvidos no desenvolvimento da formação					
Foi proporcionada troca de experiências					
Foi relacionada a teoria e a prática					

3 - Organização	1	2	3	4	5
As condições da sala foram adequadas					
O formador organizou adequadamente a formação					
O formador desenvolveu uma exposição clara					
O formador encorajou o debate entre os participantes					
O formador esclareceu as dúvidas suscitadas					
O formador desenvolveu um bom relacionamento com o grupo					

4 - A duração da acção face ao tema tratados foi:

Excessiva ☐ Adequada ☐ Curta ☐

Comente a sua opção:

5 - Assinale os aspectos que lhe pareceram mais positivos nesta acção de formação assim como aqueles que considera necessário melhorar:	Aspecto Positivo	Aspecto a Melhorar
Importância / aplicabilidade da formação		
Duração		
Conteúdos programáticos		
Relação entre teoria e prática		
Meios audiovisuais		
Documentação		
Desempenho do formador		
Relacionamento entre formandos		
Relacionamento formador / formandos		
Instalações		
Outro: _____		
Outro: _____		

6. Apreciação final:

Insatisfação ☐ Satisfação ☐ Satisfação elevada ☐

Muito Obrigada pela colaboração!